

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR
LE GRADE DE
DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

par

Gérard DEMARCQ

1^{re} THÈSE : ETUDE STRATIGRAPHIQUE DU MIOCENE RHODANIEN

2^{me} THÈSE : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 3 Mai 1962 devant la Commission d'Examen

MM. PRUVOST

Président

J. JUNG

E. ROCH

H. GAUTHIER

J. GOGUEL

} Examineurs

} Invités

PARIS 1962

TOME II

Série A n° 3872

N° d'ordre :
4723

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR
LE GRADE DE
DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

par

Gérard DEMARCQ

1^{re} THÈSE : ETUDE STRATIGRAPHIQUE DU MIOCENE RHODANIEN

2^{me} THÈSE : PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 3 Mai 1962 devant la Commission d'Examen

MM. PRUVOST

Président

J. JUNG

E. ROCH

H. GAUTHIER

J. GOGUEL

} Examineurs

} Invités

PARIS 1962

TOME II



4 ème P A R T I E

LES FACIES DU MIOCENE DU BASSIN DE CARPENTRAS

ET D'AVIGNON

PLAN

1er CHAPITRE	Le bassin de Faucon - Mollans - Malaucène	p.192
2e CHAPITRE	Le bassin de Carpentras	p.221
3e CHAPITRE	Le bassin d'Avignon proprement dit	p.235
4e CHAPITRE	Le bassin d'Uzès, les lambeaux du Gard et le synclinal de la Tave	p.274

1er CHAPITRE

LE BASSIN DE FAUCON - MOLLANS - MALAUCENE

Le bassin de Faucon - Malaucène va nous montrer une série stratigraphique classique, comportant des formations depuis le Burdigalien jusqu'au Tortonien supérieur fluvio-lacustre. Mais les formations de base de la série (Burdigalien, Helvétien inférieur) présentent des phénomènes très particuliers dans les conditions de sédimentation et dans les passages latéraux de faciès. Ils retiendront particulièrement notre attention.

Paragraphe 1 : Le Burdigalien molassique classique

1.1. Coupes du Burdigalien à Mollans et à Beaumont

Le Burdigalien acquiert un très beau développement au NE de Mollans-sur-Ouvèze et à l'E de Beaumont (voir carte FIG. 25).

Coupe de la colline du Chatelard (577,5) entre Mollans et Pierrelongue :

- 20 m - calcaire molassique dur, plus ou moins zoogène, blanchâtre, forme le sommet du Chatelard ;
 - 40 m - marnes calcaires, en gros bancs, à passées plus finement litées, du type des marnes de Salles ;
 - 10 m - calcaire gréseux blanchâtre à galets ;
 - 30 m - marnes gréseuses gris clair, fines, à délit ;
 - 6 m - molasse zoogène, à débris de fossiles ;
 - 15 m - marnes gréseuses, gris clair, fines, à délit ;
 - 4 m - calcaires gréseux avec galets ;
- Cénomaniens : calcaires gréseux rognonneux.

L'épaisseur totale atteint 120 à 130 m. La faune, rare et très brisée, est localisée dans les bancs calcaires ; on peut reconnaître : débris d'Echinolampas, radioles d'oursins, Pecten

subbenedictus FONT., Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. rotundata FONT., Chl. multistriata POLI., Pecten ziziniæ BLANCK., fragments d'Ostrea, nombreux bryozoaires, lithothamniées, valves de balanes.

Au-dessus se développent les faciès marneux et gréseux de l'Helvétien (voir plus loin).

A l'ENE de Beaumont, entre les hameaux des Valettes et de Ste Marguerite, on peut relever la coupe suivante de part et d'autre de la cluse du ravin de Feringuande, notamment à la colline des Blaches (588,1) :

- 30 m - marno-calcaire gris-blanchâtre, de faciès monotone, mais de litage variable : gros bancs, bancs irréguliers plus ou moins noduleux, délits en dalles cassantes plus ou moins régulières, délits en petites plaquettes cassantes, délits en petits débris friables. C'est le faciès des marnes de Salles.
 - 5 m - banc de molasse calcaire dure blanchâtre ;
 - 30 à 35 m - marnes calcaires blanchâtres en bancs noduleux ou à délits en plaquettes. Par place, les joints du litage en cassure fraîche ont une teinte jaune-ocre clair.
 - 25 m - calcaire molassique, en gros bancs, plus lité par place ;
 - 25 m - calcaire blanc zoogène compact (anciennes exploitations) ;
 - 15 m - molasse calcaire zoogène dure à bryozoaires, grains de quartz et de glauconie, quelques galets verdis.
- Crétacé : calcaire gréseux en gros blancs rognoneux.

Au total, une épaisseur de 130 à 140 m de Burdigalien. Les bancs calcaires et le banc de base renferment des débris de la même faune qu'à Mollans.

Ce sont les deux seuls secteurs du bassin de Mollans - Malaucène où le Burdigalien soit épais et bien différencié. Il est intéressant de souligner l'absence de faciès détritique franc

(ni molasse verdâtre, ni sables verts, seulement des marnes gréseuses) et l'intrication des faciès de molasse calcaire et de marne calcaire. Cette dernière observation confirme ce qui ressortait déjà de l'étude du Burdigalien du Tricastin.

Dans les autres secteurs du bassin, on retrouve fréquemment sur le substratum crétacé, des bancs burdigaliens bien différenciés, mais pas partout. Passons rapidement en revue la nature et l'extension de ses faciès.

- 2 - La bordure burdigalienne entre Piégon et le plateau du Rissas

Nous avons abandonné l'examen des couches burdigaliennes dans la partie SE du bassin de Valrès, dans la région de Piégon (voir carte FIG. 25).

Là, sur le rebord W des montagnes crétacées et jurassiques des Baronnies, le Burdigalien est subvertical. Il est représenté, à la cluse du ravin du Lauzon et sur la crête de Gourbière (657m) par une épaisseur de 5 à 20 m de calcaire compact, cristallin, azoïque, de couleur beige clair, souvent diaclasé et comportant des filonnets de calcite. A partir du lieu-dit Chartebbras, on perd sa trace en direction du S. Il semble bien qu'il soit absent; on aurait là, comme entre Nyons et Rousset, transgression directe de l'Helvétien inférieur. Il est vrai que les bancs de calcaire cristallin azoïque qui le représente, peuvent se confondre aisément avec des calcaires lacustres éocènes, de lithologie identique. Cette lacune correspond peut-être à un paléorelief local du substratum antemiocène, car de toutes façons on retrouve le Burdigalien en direction du NE. En effet, à 2 km à l'intérieur des chaînons mésozoïques, entre les collines de la Montagne (789 m) et de Moure Frey (858 m), un petit synclinal de Miocène (synclinal de Benivay-Ollon) montre des faciès analogues à ceux du bassin de Faucon-Mollans-Malaucène. Le Burdigalien n'y est représenté que sur le flanc E, le flanc W étant marqué par un contact anormal en pli-faille. Au hameau des Rogues, on observe (pendage 30 à 40° NW) :

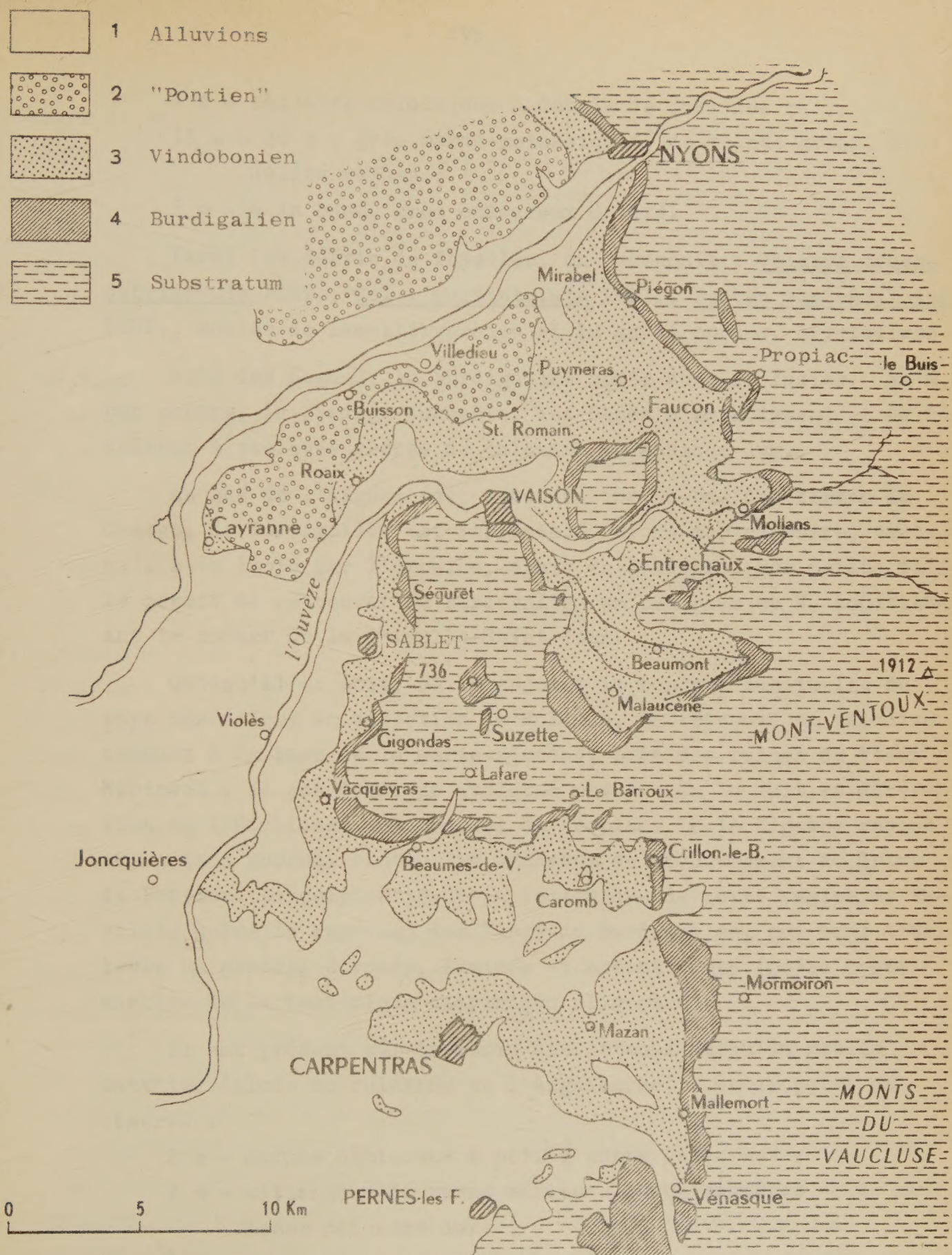


FIG. 25. — Carte schématique de la périphérie du Massif de Suzette.

- 4 m - calcaire molassique à débris de fossiles ;
- 15 m à 20 m - grès marno-molassiques, de teinte grise, à délit rèches ;
- 5 m - à la base, grès calcaireux délité.

Parmi les débris de fossiles, on reconnaît : Chlamys praescabriuscula FONT., Chl . multistriata POLI., Pecten subbenedictus FONT., moules de lamellibranches et de gastéropodes, bryozoaires.

Au S des Rogues, le Burdigalien reste sous ce faciès. Au N, par contre, le pendage augmente, les bancs s'amincissent et se réduisent à quelques mètres de calcaire molassique dur.

Au gué de l'Aiguemarse, situé en contre-bas des fermes du Casset, le Burdigalien est représenté par un mur calcaire, vertical, bien isolé par l'érosion, épais de 3 mètres. Une petite faille permet de retrouver le Burdigalien un peu plus au N, constituant le rocher de la Chapelle-Saint-Jean.

Quoiqu'il en soit, si on rejoint la bordure habituelle du pays mésozoïque en direction de Mollans, on retrouve un calcaire compact à la base de la série miocène, près des ruines du Vieux Merindol ; il est épais de quelques mètres. On le suit en direction de l'établissement thermal de Propiac. Là le Miocène repose en contact anormal contre les lambeaux de recouvrement du Trias de Propiac. La complexité de la tectonique de cette région ne facilite guère le repérage des bancs du Burdigalien, qui sont d'ailleurs en général écrasés, laminés et bréchiformes (rejeu post-miocène de la tectonique diapirique oligocène).

Il est présent sur la pente des coteaux jusqu'au Moulin Gauthier (cluse du ruisseau de l'Aiguemarse) ; en ce point on observe :

- 2 m - marnes sableuses à petits bancs calcaireux ;
- 2 m - alternance de marne sableuse rèche jaunâtre et de molasse calcaire dure ;
- 2,5 m - calcaire gréseux cristallin dur ;
- 1 m - molasse gréseuse marneuse délitée ;
- 4 m - molasse assez gréseuse, compacte ; base du Burdigalien.

L'ensemble de ces bancs a un pendage de 20 à 30° SW et repose sur un Cénomaniens calcaireux redressé et arasé. La partie supérieure passe progressivement aux assises marno-sableuses de l'Helvétien inférieur. A 300 m au SW, un petit affleurement local de Crétacé se montre entouré de quelques mètres de molasse zoogène en plaquettes, et passe vite à la partie supérieure aux marnes bleues sableuses "de faciès helvétien".

Plus au S, le Burdigalien s'amincit et disparaît au bout de quelques centaines de mètres. Il est séparé de l'épaisse série burdigalienne de Mollans par un relief de calcaires cénomaniens (plateau des Roudions) où ne subsistent que des lambeaux de molasse ; nous en verrons la signification plus loin.

Au village même de Mollans, le Burdigalien est déjà moins épais qu'au coteau du Chatelard.

Au-delà, vers le S, se développe un vaste plateau mésozoïque, contrefort W des massifs de la Montagne de Bluye et du Sommet de la Plate. A sa surface, dans une sorte de cuvette, au S du hameau des Richards, subsistent des placages importants de Burdigalien. C'est une molasse assez zoogène, gris jaunâtre ou verdâtre, grumeleuse ; elle est assez détritique en général, se débitant en petits bancs ou en dalles ; elle peut contenir des passées plus gréseuses, friables, de teinte grise, à petits délits. L'épaisseur maximum de la formation ne semble pas dépasser 10 à 12 mètres. La faune, difficile à extraire, comporte : débris d'Echinolampas, Chlamys praescabriuscula FONT., Pecten cf subbenedictus FONT., Chl. multistriata POLI, balanes, bryozoaires. La base montre des bancs souvent plus glauconieux, avec quelques galets verdâtres. Ce Burdigalien repose sur les calcaires crétacés suivant une surface d'érosion très spectaculaire : abrasion des bancs avec formes d'usure littorale caractéristique ; altération des silex en rognons grumeleux de couleur rousse ; surfaces à perforations de lithophages : balanes (trous de 5 à 15 mm de diamètre), annélides (perforations comparables à nos Polydora actuels : trous de quelques mm de diamètre, très serrés) ; éponges (trous peu

profonds de quelques mm de diamètre, espacés) ; niches d'oursins (creux hémisphériques de 7 à 15 cm de diamètre) ; surfaces de débilalement du conglomérat de base, éparpillant les galets et les blocs de calcaires crétacés verdis de glauconie. Le centre de la cuvette burdigalienne est recouvert par quelques mètres de sable marneux jaune helvétique, azoïque (fermes de Belle-Combe et des Souzarayes).

On retrouve quelques lambeaux de molasse burdigalienne à galets verdis, ou ces derniers seuls, à la partie W des principaux placages (lieu-dit le col de Veau).

A 2,3 km au SW, on retrouve, près de la ferme Astand, dans une nouvelle dépression des calcaires crétacés, des bancs de molasse gréseuse burdigalienne à galets verdis, avec surface d'érosion. Ils sont recouverts par une vaste étendue de sables marneux jaunâtres helvétiques, qui s'étend vers l'W directement sur le Crétacé arasé.

Le pourtour du plateau crétacé ne montre pas de sédiments burdigaliens ; l'Helvétien sableux ou sablo-marneux est en contact direct avec le Crétacé.

- 3 - La bordure burdigalienne de Beaumont et Malaucène

La partie S du plateau crétacé (Crête du Rissas, altitude 540 à 770 m) domine la dépression de Beaumont où, comme dans celle de Mollans, s'accumule dans son extrémité E, une grande épaisseur de molasse marneuse ou calcaire burdigalienne. On le suit de façon continue sur le rebord S de cette région, jusqu'au delà de Malaucène. L'épaisseur des bancs diminue cependant et ils prennent progressivement un assez fort pendage (jusqu'à 60°), formant une ligne de crête bien marquée dans le relief (La Gavoite 698,3 ; coteau de Brassetieu 554,7). A la cluse du ravin de la Chapelle de N.D. du Graspeau qui sert de passage à la route du Ventoux, on relève la coupe suivante :

11 m - Helvétien inférieur - sables marneux ;

10 m - calcaire molassique dur ;

15 à 20 m - sous les éboulis, marnocalcaire délité ;

8 m - calcaire molassique dur ;

Substratum : Oligocène.

A l'W de la route Malaucène - Bédoin, la crête burdigalienne se poursuit (coteau des Gipières, sommet 551, 3 m) avec un pendage de 15 à 30° NE. Elle s'adosse là sur la bordure oligocène de la partie E du massif crétacé, jurassique et triasique de Lafare - Suzette. Vers la pyramide du signal 492,6, on relève la coupe suivante :

7 à 10 m - molasse calcaire en gros blancs plus ou moins zoogènes, avec débris de fossiles dont de grosses balanes ;

15 m - marne calcaire molassique se délitant facilement ;

8 à 10 m - molasse calcaire en bancs zoogènes, avec débris de fossiles ;

0,5 à 2 m - molasse marno-sableuse hétérogène, à galets et blocs remaniés ;

substratum de marnes colorées oligocènes.

Les deux assises de molasse calcaire ne sont pas continues et se relayent comme deux vastes lentilles au sein d'un ensemble marno-molassique épais de 20 à 40 mètres. En direction du NW, l'ensemble du Burdigalien disparaît en deux biseaux : l'un vient s'envoyer à proximité du lieu-dit Marchant (voir plus loin et coupe FIG. 31), l'autre près de l'arbre signal 8 7,7 au lieu-dit La Chaîne.

On ne retrouve le Burdigalien molassique qu'aux abords du sommet du Cron (540,5 m), de l'autre côté de l'éperon de la colline crétacée d'Arfuyen (624,4). De là, on suit la corniche de calcaire molassique burdigalienne jusqu'à Crestet et Vaison-la-Romaine que nous avons déjà étudiée (voir 1ère partie, 2e chapitre, paragraphe 2).

- 4 - La bordure burdigalienne du massif de Saint-Romain en Viennois

Nous avons ainsi fait le tour du bassin de Faucon - Mollans Malaucène. Il nous reste à étudier les gisements de Burdigalien qui bordent le dôme anticlinal du massif de Saint Romain-en-Viennois lequel ressort au milieu des terrains miocènes. Il ne montre d'assises molassiques burdigaliennes bien développées que sur sa bordure E, entre Faucon et Entrechaux. Ces dernières constituent les collines du Crépon (391,2), de Boumian (461,1), des Grands Essarts (358,3) et des Essarts du Pont (324,0). Elles recouvrent un secteur tabulaire du substratum crétacé (calcaires cénomaniens). Les nombreuses coupes que l'on peut effectuer dans ce secteur montrent un beau développement de molasse calcaire dure, dont l'épaisseur oscille entre 30 et 45 mètres. Le maximum d'épaisseur (70 m) se situe près du hameau des Beaumettes, vers la cote 371,5. Les affleurements sont bien visibles dans les rives abruptes de l'Ouvèze. C'est une molasse calcaire, blanchâtre ou beige, peu détritique, dure, en bancs compacts, avec quelques débris de fossiles en mauvais état ; on arrive à reconnaître : Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, autres débris de pectinidés dont Chl. rotundata FONT., Chl. cf pavonacea FONT. et de grandes formes attribuables à Pecten zizinae BLANCK., fragments d'huîtres, Echinolampas assez fréquents, bryozoaires. Localement, des bancs de plusieurs mètres de marno-calcaires du type de Salles se développent dans la masse de molasse.

En direction du NNW (Bois de Jan), les formations burdigaliennes s'amincissent et disparaissent. On en retrouve deux lambeaux, l'un formant le tertre coté 392,2, l'autre celui situé en contre-haut de la grange près du point coté 311,2. Nous verrons plus loin comment elles disparaissent, par quoi elles sont remplacées en direction du SE (Le Jas, Negre, Entrechaux), enfin quelles sont les causes de cette variation latérale.

On retrouve un placage de Burdigalien près de Saint-Marcelin les-Vaison. Là, adossée avec un pendage d'environ 20° contre la terminaison SW du massif cénomanien, on observe, formant la crête

de Chabrière (381,7), une épaisseur d'environ 12 m de molasse calcaire, en bancs durs, à passées zoogènes et à débris de fossiles. Elle s'envoie sous la vallée de l'Ouvèze au S. En direction du N, l'épaisseur diminue rapidement (5 m au point coté 313,0) et disparaît peu après la ferme de la Tuilière.

Le bassin de Faucon-Mollans-Malaucène nous montre ainsi une bordure de Burdigalien avec des faciès classiques, mais d'épaisseur et de répartition très irrégulières. En particulier, on peut retenir des observations précédentes, que les faciès de molasse calcaire sont bien développés sur les zones du substratum formant plateformes, dans le fond des anses, ou sur les bordures peu redressées du pays antemiocène. Là où le Burdigalien manque, on a toujours à faire à des reliefs marqués du substratum contre lesquels s'adossent brusquement, et ceci sans contact tectonique, les sédiments marno-sableux de faciès helvétique.

Examinons maintenant en détail ces cas apparemment anormaux des contacts Mésozoïque - Miocène.

Paragraphe 2 : Etude des faciès particuliers de la base du Miocène en
 =====
 bordure des reliefs mésozoïques
 =====

La bordure NE du bassin entre Piégon et Propiac est très redressée ou trop tectonisée pour permettre des observations valables sur la répartition des faciès de la base du Miocène. Ailleurs par contre, peuvent s'étudier de très intéressants phénomènes dans les conditions de dépôt des sédiments du début du Miocène.

- 1 - Entre Moulin-Gauthier et Mollans

La molasse burdigalienne, avons-nous vu, disparaît à quelques 600 m au S du Moulin-Gauthier. On ne la retrouve, de l'autre côté de la colline crétacée des Roudions, qu'au coteau du Chate-lard de Mollans. Cette colline crétacée forme une sorte d'éperon s'avancant en direction de l'W et venant s'envoyer progressivement

NW

Plateau des Roudions

SE

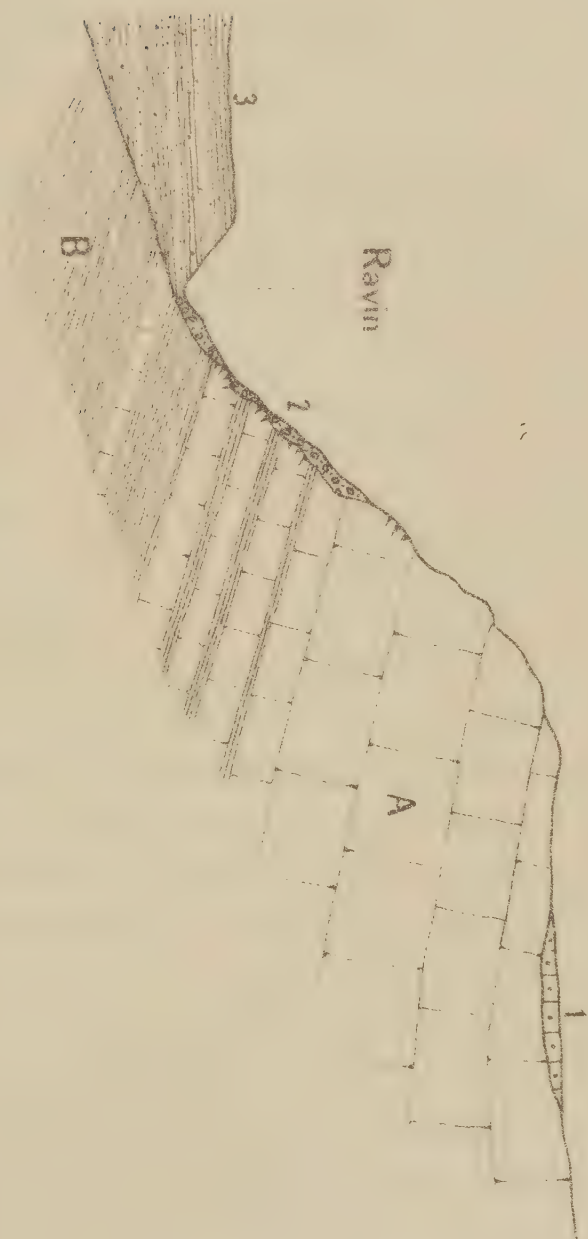


FIG. 26.- Coupe du ravin de la ferme Bel-Air au NW de Mollans.

3 marnes bleues sableuses de Faucon

2 conglomérat fossilifère contre la falaise

1 molasse calcareuse classique

substratum : A - calcaires gréseux en bancs albo-cénomaniens

B - marnes albo-aptiennes

sous le Miocène. Or ce Miocène, même dans ses couches de base, n'est pas constitué par le faciès de la molasse burdigalienne mais par celui de marnes sableuses bleutées et de sables marneux de "faciès helvétique". On ne peut cependant pas conclure à un phénomène de transgression pure et simple de l'Helvétien sur le Mésozoïque. Deux faits particuliers, en effet, s'y opposent.

Entre le lacet inférieur de la route Mollans - Merindol (point 298,2) et la ferme Bel-Air, on peut suivre le contact Crétacé - Miocène. Les bancs inclinés de calcaire cénomanien, qui constituent le plateau des Roudions, forment un flanc assez abrupt, haut d'une vingtaine de mètres : en contre-bas (voir coupe FIG. 26), se développent des marnes bleues sableuses miocènes, recouvrant les marnes grises aptiennes. Un petit ruisseau coule au pied de cet abrupt, à son contact avec les marnes miocènes, et permet l'examen de la paroi cénomanienne. Celle-ci est plaquée d'un revêtement irrégulier d'une roche de faciès tout à fait particulier. C'est un calcaire marneux peu détritique, de teinte gris vert, moyennement dur, d'aspect pâteux. Il livre, par place, des moules de fossiles assez nombreux et variés. Cette roche contient de très nombreux blocs, peu ou pas roulés, de calcaire crétacé remanié, enrobés de patine verte ; la taille de ces blocs varie de quelques centimètres à 30 et même 50 cm. Ce calcaire marneux à blocs est épais de 0 à 1 m et irrégulièrement plaqué dans les anfractuosités de la paroi cénomanienne. Cette dernière présente fréquemment des surfaces d'abrasion entre les placages de conglomérats. La faune, difficile à recueillir et à déterminer est riche : Chlamys cf praescabriuscula FONT., Chl. cf multistriata POLI., Chl. sp., Ostrea sp., Arca sp., Cardium sp., nombreux moules internes de gastéropodes : Trochus, Turritella, Natica, Cypreidae, Oliva etc ...

Sur le plateau crétacé subsiste un minuscule lambeau de molasse calcareo-gréseuse burdigalienne à débris de fossiles : on l'observe au point 365,1 sur le chemin de la propriété des Roudions (coupe FIG. 26). Son épaisseur est très faible.

Ainsi c'est une véritable falaise fossile du début du Miocène qui est conservée dans ce site. Les observations permettent de reconstituer assez en détail les conditions de sédimentation et d'érosion qui régnaient sur ce paléorelief sous-marin au début du Miocène ; elles se résument ainsi :

- sédimentation habituelle de molasse "de faciès burdigalien" sur le paléorelief ;
- marques d'abrasion marine sur l'abrupt limitant ce paléorelief. La sédimentation est limitée au dépôt dans les anfractuosités d'une molasse conglomératique à blocs, avec faune saxicole ;
- envasement direct du pied de la falaise par des marnes bleues sableuses "de faciès helvétique".

La présence de molasse burdigalienne sur le paléorelief et la présence directe des marnes bleues sableuses contre la base de ce paléorelief, impose leur équivalence stratigraphique. Ces marnes bleues, en contact direct avec le Crétacé, ne peuvent, en effet, témoigner d'une transgression tardive de l'Helvétien, étant donnée la présence en contre-haut, de dépôt burdigalien. Autrement dit, à la place de la sédimentation habituelle de molasse calcaire zoogène -que les conditions topographiques ont empêchée de se réaliser-, le Burdigalien a été marqué par une période d'érosion et d'envasement.

Il est intéressant de noter comment disparaît le Burdigalien molassique entre la colline du Chatelard et le plateau des Rou-dions. A partir de la coupe citée au début du chapitre, on remarque que ce sont les bancs inférieurs de marnes gréseuses à niveaux molassiques qui se réduisent et disparaissent, au fur et à mesure qu'on approche du massif crétacé des Hauts Plans. Rapidement à leur tour, les bancs supérieurs de marno-calcaires et de calcaire molassique se réduisent d'épaisseur et changent de lithologie : la banc calcaire terminal passe de 20 m à quelques mètres d'épaisseur et devient un calcaire gréseux organogène, beige, lumachel-lique par place, avec quelques galets ; il renferme d'assez nombreux débris de fossiles, mais mal déterminables.

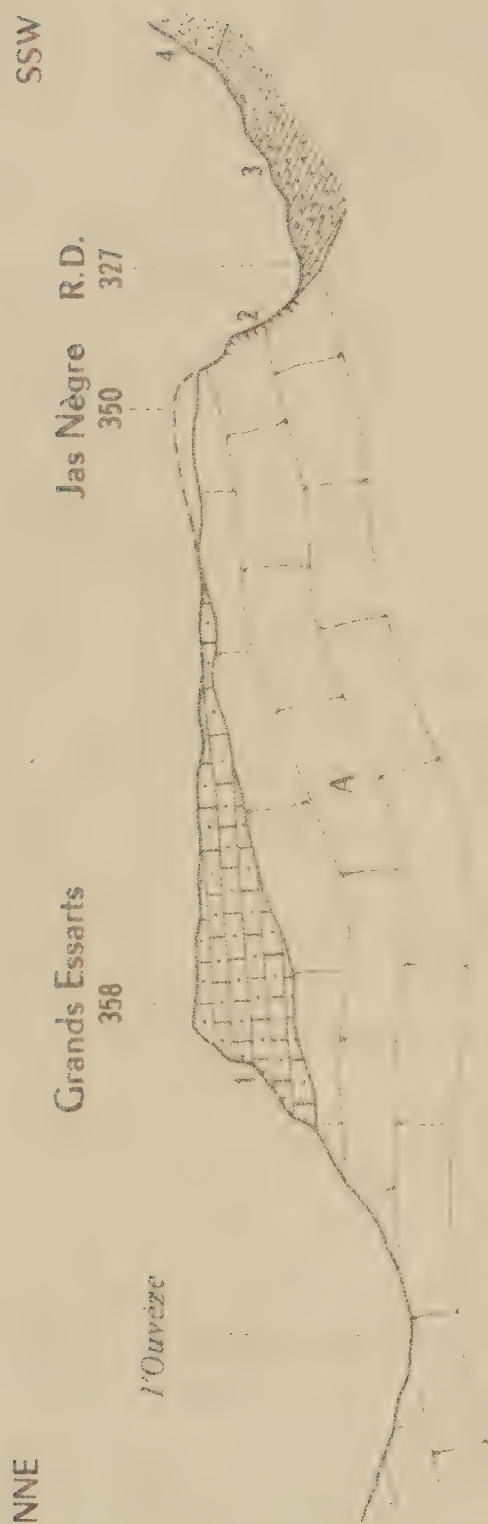


FIG. 27. — Coupe de la colline des Jas Nègre près d'Entrechaux.

- 1 sables gréseux
- 2 marnes sableuses bleues de l'aucon
- 3 falaise érodée
- 1 molasse calcaire classique

substratum : A : grès calcaires cénomaniens

praescabriuscula FONT., Chl. cf. camaretensis FONT., Echinolampas scutiformis L. et T. Les marno-calcaires qu'il recouvrait, deviennent plus marneux puis argilo-marneux, leur épaisseur se réduisant à 5-6 mètres ; ces marnes renferment non plus une faune à Chl. praescabriuscula FONT. mais des formes comme Chl. improva F. et T., Chl. camaretensis FONT., Chl. diprosopa FONT., espèces qui, dans le bassin de Valréas, sont helvétiques. Ainsi c'est un faciès "devenu helvétique" qui repose maintenant sur le Crétacé mais qui est encore surmonté d'un banc de faciès et de faune burdigalienne. Il y a donc bien intrication et passage latéral de l'une à l'autre formation. Au-dessus de ces bancs se développent les sables gréseux et marneux jaunâtres signalés précédemment. Eux-mêmes finissent par recouvrir directement le Crétacé non loin de là.

A 800 m au SW de ce point, un petit affleurement de Cénomannien se montre en contact avec plusieurs faciès miocènes. Sur sa pente S on observe une molasse calcaire burdigalienne, zoogène et à débris de fossiles (gros blocs éboulés). En contre-bas de son extrémité NW, sédimentation de marnes bleues sableuses. Ce pointement crétacé correspond à l'extrémité SW du plateau des Rou-dions, l'intervalle intermédiaire étant marqué par une sédimentation de sable fin marneux.

De l'autre côté de l'Ouvèze (ferme Saint-André), à la même altitude, on revoit les sables marneux, très marneux à la base, recouvrir directement un autre affleurement de calcaire cénomannien. Par place, le substratum conserve des placages de molasse conglomératique (blocs peu roulés de calcaire gréseux cénomannien), avec quelques empreintes dont les déterminations sont délicates et peu sûres : Chlamys cf. praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, Chl. sp., moules de lamellibranches et de gastéropodes.

- 2 - Région N d'Entrechaux

Des observations analogues peuvent s'effectuer à 1 km au NE d'Entrechaux autour de la colline du Jas Nègre. Sa partie N (plateau des Grands Essarts, cote 358,3) est constituée par un

calcaire molassique burdigalien, prolongement de celui constituant le plateau de Boumian. Son épaisseur dans les gorges de l'Ouvèze (Les Roches) est d'environ 40 m, mais diminue progressivement vers les Jas Nègre où affleure le Cénomanién (altitude 353). Si l'on poursuit la coupe en direction du SSE (voir coupe FIG. 27) on voit le Cénomanién former une pente brusque en contre-bas de laquelle affleurent des marnes bleues sableuses. La pente crétacée correspond, comme dans le cas précédent, à une paroi érodée, patinée et perforée, dont l'état de conservation est encore très frais. Sur son flanc SW s'observent quelques galets de silex patinés. Elle est, pareillement, "envasée" à sa base, les marnes bleues étant en contact direct avec le Crétacé ; là encore on est bien obligé de constater l'équivalence latérale de ces marnes bleues avec la molasse burdigalienne. Une coupe identique s'observe à 500 m au SW de là, au niveau du point coté 264,8.

Le passage latéral lui-même s'observe d'ailleurs en deux points peu éloignés, situés de part et d'autre du relief crétacé des Jas Nègre sur le versant E du plateau des Grands Essarts (voir coupe FIG. 28). La molasse burdigalienne, épaisse d'une vingtaine de mètres, est homogène à la sortie W du tunnel de l'ancien chemin de fer. Par contre, à la sortie E elle s'intercale, par la partie supérieure, de nombreux bancs de marne bleutée. On observe la même alternance dans le méandre du Toulourenc à 200 m du pont de l'ancien chemin de fer. Au S de ce point, en direction d'une petite terrasse alluviale cotée 294,9, les marnes bleues prédominent, ayant fini, d'une manière progressive mais rapide, par remplacer les bancs molassiques. Ces marnes bleues arrivent à reposer directement sur le Crétacé, ou plutôt contre le Crétacé. Par place, on retrouve quelques placages de molasse à blocs et à débris de fossiles. Les marnes bleues affleurent en quelques points sous les alluvions vers le point 262,3 et vers la Souche.

Une coupe analogue peut se relever depuis le lit de l'Ouvèze (240 m) jusqu'au pied de la colline de Seguret (369,9), au droit du point 264,8. Quelques mètres au-dessus de ce point, s'observe le substratum de calcaires barrémiens ; il est érodé et perforé.

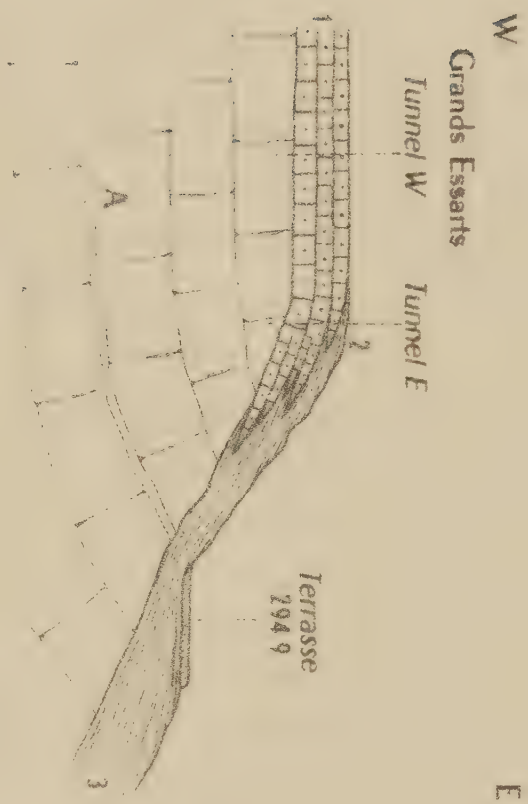


FIG. 28. Coupe à l'Est du plateau des Grands Essarts

3 marnes bleues de Faucon

2 alternance marnes bleues et molasse calcaire

1 molasse calcaire

A : substratum cénomanien

Une molasse calcaire, peu épaisse (3 à 5 m), à débris de pectinidés, le surmonte. Dessus on note quelques mètres de marnes bleues livrant d'assez nombreux bryozoaires et des débris de Chl. multi-striata FONT. Au-dessus, marnes bleues marneuses, sans fossile. Ainsi, comme dans la coupe précédente, on note une intrication des deux "faciès" burdigalien et helvétien à l'endroit où ils se relaient dans leur contact avec le substratum. Ces faits ne mettent absolument pas en cause, bien entendu, la reconnaissance de l'étage Burdigalien dans cette région du bassin rhodanien ; ils indiquent simplement que les formations de cet étage, habituellement molassiques et zoogènes, peuvent devenir argilo-marneuses quand certaines conditions paléogéographiques (ou plutôt paléocéanographiques) se trouvent réalisées.

Ainsi le faciès classique de molasse calcaire burdigalienne constituant la partie haute du plateau passe rapidement en contrebas de celui-ci au faciès de marnes bleues sableuses. La seule différence d'avec les coupes précédentes est due au fait qu'ici le rebord du paléorelief crétacé est moins abrupt : au lieu de former une falaise, le substratum rocheux est en pente douce ; la sédimentation a pu s'y maintenir, permettant au remplacement du faciès molassique par le faciès vaseux de s'effectuer en toute continuité et de témoigner ainsi au géologue de leur équivalence latérale...

A l'inverse, quand le substratum forme un paléorelief isolé et abrupt, aucune sédimentation ne s'observe sur ses flancs, pas même de molasse à blocs. Ainsi, le pourtour du "rocher" jurassique d'Entrechaux est directement ensablé par des sables jaunes de faciès helvétien. Son sommet domine de 40 à 60 m les sables marneux miocènes qui l'entourent. Les parois de cet écueil, dont la plupart sont d'anciens miroirs de failles antemiocènes, sont perforées de lithophages et littéralement polies par l'action de l'érosion marine.

Il ne s'agit plus, dans des sites géologiques de ce genre, de raisonner avec l'état d'esprit d'un stratigraphe préoccupé de retrouver telle ou telle superposition d'assises, mais avec

l'état d'esprit d'un géographe ou d'un océanographe qui chercherait à reconstituer les conditions de dépôt multiples changeants d'une côte actuelle. Ainsi me paraît-il indispensable pour tenter de comprendre le comment et le pourquoi des faits précédents, de parler d'écueils, de rochers, de falaises, de galets, ainsi que de bas-fonds, d'ensablement, d'envasement etc ...

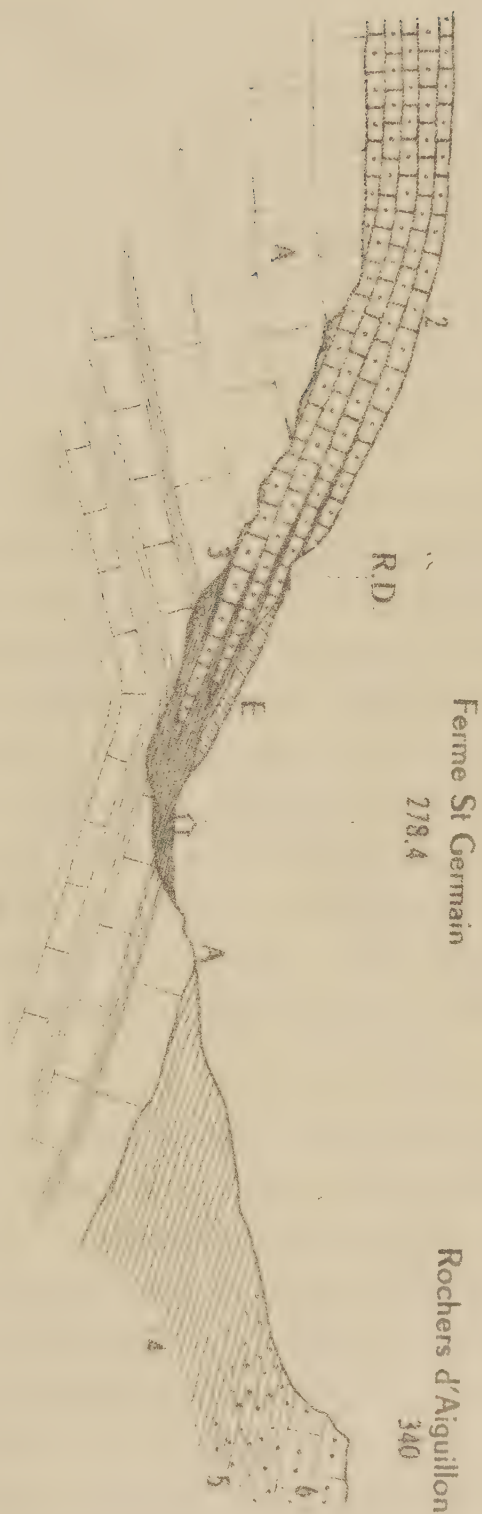
- 3 - Région S de Faucon

Le prolongement N du plateau de molasse burdigalienne, en direction de Faucon, correspond aux hauteurs de Boumian et du Crepon. Au niveau de la ferme St Germain, sur le côté W de la route, j'ai déjà décrit (chapitre 1) les bancs lités et compacts de calcaire molassique à passées zoogènes. Le pendage des couches est de 15 à 30° E. Au niveau et en contre-bas de la route, les éboulis broussailleux masquent les affleurements. En plusieurs points, on peut néanmoins constater que la partie supérieure des bancs molassiques s'intercale de lits de marne tendre gris-bleuté. Au fond du vallon du Vallat des combes, à 200 m SSE de la ferme Saint Germain (cote 278,4), l'affouillement du ravin a mis au jour un petit affleurement de calcaire marno-gréseux cénomanien fossilifère ; il est entouré en contact direct par les marnes bleues, qui, dans ce secteur, sont épaisses, plastiques et peu sablées. D'où la coupe FIG. 29.

De l'autre côté du plateau molassique, entre la ferme cotée 344,9 et le lieu-dit Combe Sarrazine, on peut faire la même observation. Les bancs de calcaire molassique s'abaissent vers l'W et s'intercalent d'abord par leur partie supérieure de lits de marnes bleutées. Ainsi au niveau de la route, ce sont les marnes bleues qui reposent directement sur le Crétacé, ici représenté par les bancs de passage entre les marnes aptiennes et calcaires marno-albo-cénomaniens. De l'autre côté de la route, sur la colline du Bois de Jan, deux lambeaux de molasse calcaire subsistent sur les calcaires albo-cénomaniens. Le premier correspond au sommet de la colline cotée 392,2 ; il est constitué par quelques

W
Plateau Crépon
380

E



1161. 33. Coupe au niveau de la ferme Saint-Germain au S. de Faucon.

- 6 grès molassiques (faciès et niveau du grès du Comtat)
- 5 marnes sableuses micacées
- 4 marnes bleues de Faucon
- 3 alternance de bancs marneux et molassiques.
en E : éboulis
- 2 molasse calcaire classique
- A : substratum de marne-calcaire albo-cénomaniens

mètres de molasse calcaire qui, sur le flanc E de la butte; s'enrichissent à la base de bancs de molasse conglomératique à galets et à blocs verdis ; cette dernière repose sur la surface inclinée des bancs cénomaniens. Les bancs zoogènes livrent des débris de fossiles dont des bryozoaires, des valves de balanes, ainsi que Chlamys rotundata LMK. et Chl. gr. opercularis LIN. L'autre lambeau est situé sur le tertre, à l'altitude de 330 m, dominant la Grange au S du point coté 311,2. En contre-bas du coteau crétacé s'étendent les marnes sableuses ou les sables "de faciès helvétien".

Il est à signaler d'ailleurs que le changement de lithologie du substratum ne paraît pas intervenir comme facteur déterminant dans les variations de faciès des couches de base du Miocène. Dans l'ensemble des cas étudiés jusqu'à présent, il résulte que ce sont bien plutôt des variations dans la topographie du fond mésozoïque qui conditionnent les changements dans la sédimentation du début de la période miocène. Ces distinctions entre "hauts fonds" et "bas fonds" sont d'ordre paléobatymétrique. Il va sans dire que lorsque l'érosion antemiocène a suffisamment déblayé les assises albo-cénomaniennes pour mettre à nu les marnes aptiennes, ces dernières se trouvent naturellement former un bas fond.

Cette importance des variations du fond topographique antemiocène pour l'étude stratigraphique des couches de base du Miocène, oblige à faire une discrimination judicieuse entre les structures antemiocènes et les structures postmiocènes. Ces dernières sont pratiquement limitées à la bordure des Baronnie (Propiac , Piégon, Benivay - Ollon). Par contre des surfaces comme celles du lieu-dit Bel-Air ou comme celles du rocher d'Entrechaux sont manifestement antemiocènes, puisque "utilisées comme falaises" par la mer miocène. Pour reconnaître en toute sûreté les véritables paléoreliefs miocènes, le critère essentiel, simple mais décisif, restera donc la présence de marques d'abrasion et de perforations marines.

Mais certaines failles antemiocènes peuvent avoir rejouer ensuite. Qu'elles aient ou non joué un rôle dans le paléorelief de la mer miocène, il importe de les distinguer. On peut s'attendre à observer alors un miroir de faille "pur" c'est-à-dire non marqué par l'érosion marine : soit qu'il provient d'une partie plus profonde non érodée du plan de faille, soit que la friction tectonique postérieure ait effacé les traces éventuelles d'érosion marine. C'est le cas pour les lignes de contact limitant au N et au S le plateau du Rissas : faille de Mollans, de direction NE - SW, de Mollans à l'angle SW du massif (coteau La Madeleine) ; faille de la Thuilière au N des Valettes, de direction E-W, de l'Adret de Courtines à l'aplomb de la cote 388,7. La présence d'éboulis ne permet qu'en de très rares points d'observer le contact des sables marneux miocènes avec le calcaire barrémien. Mais en un point correspondant à l'extrémité W de faille de Mollans, près de la ferme située à la partie occidentale du lieu-dit Champs Long, s'observe un miroir de faille sans autres marques que des stries et des fri-pures d'origine tectonique. Cette faille met en contact les calcaires néocomiens et les schistes jaunes de faciès helvétique. Mais cette faille n'a peut-être (et probablement) fait que rejouer après le Miocène.

- 4 - Versant W du Massif de Saint Romain-en-Viennois

La molasse burdigalienne de la colline Chabrière à l'E de St Marcelin-les-Vaison s'amenuise rapidement, avons-nous vu, vers la ferme la Thuilière. Corrélativement, la partie supérieure des bancs molassiques s'intercale de bancs de marnes bleues qui prédominent rapidement au-dessus (affleurements dans les deux ravins). Le banc, très aminci, de molasse calcaire disparaît au NE de la ferme à l'altitude d'environ 314 mètres. En contre-bas, une terrasse d'alluvions masque temporairement les marnes bleues ; mais elles affleurent largement à partir du point coté 278,9, plus sableuses, jusqu'au-delà de Saint Romain-en-Viennois (nombreux ravins). Ainsi, à partir de la superposition normale des marnes bleues sur la molasse calcaire il y a rapidement dissociation des deux faciès ; le premier s'étale en contre-bas du relief crétacé, le second s'accroche en hauteur sur la pente crétacé et disparaît.



FIG. 30. Coupe au SE de Saint Romain en Viennois.

- 3 marnes bleues de Faucon
- 2 conglomérat de falaise
- 1 surface rocheuse érodée
- A : substratum de marno-calcaires gréseux
albo-cénomaniens

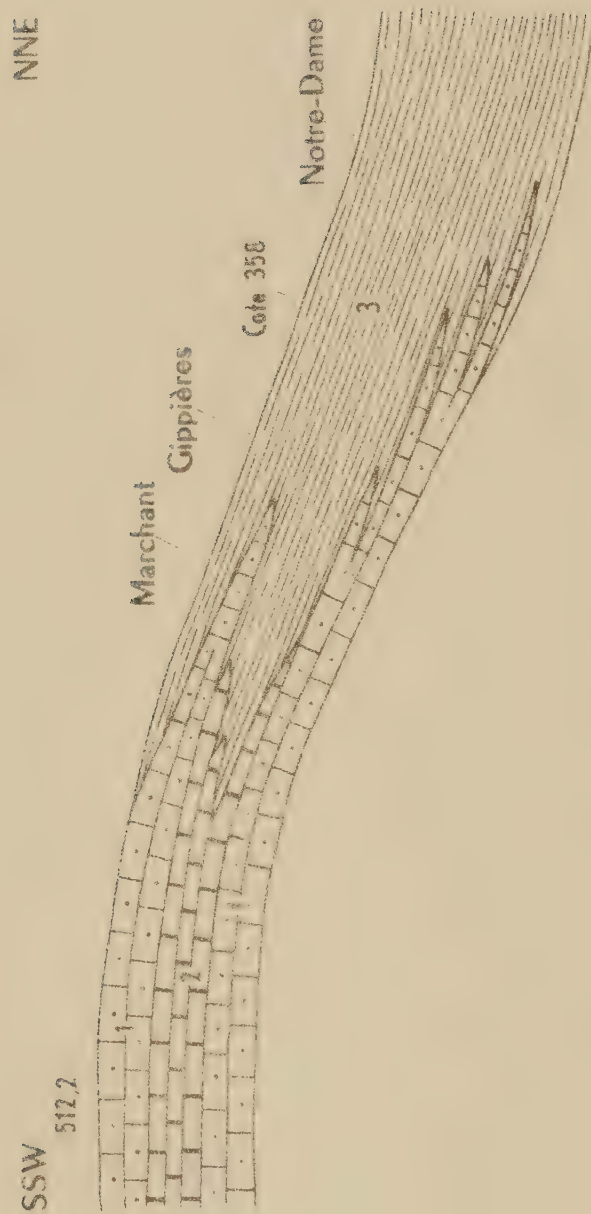


FIG. 31. Diagramme du passage latéral de la molasse calcaire aux marnes bleues à l'W de Malaucène

- 1 molasse calcaire
- 2 marno-calcaire
- 3 marnes bleues

En plusieurs points, notamment près de St Romain, les marnes bleues sont très nettement adossées au Crétacé qui forme falaise et montre, sur sa surface érodée et perforée, des placages de molasse conglomératique à galets verdis (voir coupe FIG. 30). Le site est le même que sur la bordure NW de plateau des Roudions.

- 5 - Bordure W du bassin de Malaucène

Nous avons vu précédemment (paragraphe 1, 3°), que la molasse calcaire burdigalienne se dédoublait, à l'W de Malaucène en deux biseaux qui s'amenuisent progressivement en direction du NW. L'un forme une sorte d'éperon, qui, par les points cotés 507,7 et 391,0 aboutit près du lieu-dit Marchand au point coté 345,2.

Son pendage demeure de 20° E. Ce banc dont l'épaisseur était d'une dizaine de mètres, disparaît à cet endroit. A sa partie inférieure, existaient quelques mètres de marno-calcaires qui deviennent progressivement argilo-marneux ; la disparition progressive du banc molassique les fait rejoindre les marnes grises argilo-sableuses superposées.

La masse molassique inférieure, plus épaisse, continue à former une petite corniche (points cotés 504,1 et 507,3) qu'on suit jusqu'au col coté 471,7 au lieu-dit La Chaîne ; son pendage demeure d'environ 20° E. Entre les fermes la Boissière et Notre Dame, les marnes argilo-sableuses bleutées envahissent progressivement les bancs molassiques, lit par lit, finissant par les faire disparaître. D'où une succession de petites dalles molassiques emboîtées comme autant de marches, séparées par les couches meubles des marnes bleues. On assiste ainsi au passage latéral de la molasse burdigalienne classique et fossilifère aux marnes bleues plus ou moins sableuses ; la coupe - diagramme FIG. 31 donne le schéma de ce passage latéral. Malgré le "faciès helvétique" de ces dernières, cette observation, venant s'ajouter aux précédentes, montre bien qu'elles peuvent envahir aussi localement toute l'épaisseur du Burdigalien.

Aux lieux-dits la Croix de Maltive, la Loubatière, dans le secteur des fermes Piaulon et Ravaillet, on observe ainsi des

marnes sableuses, ou même des sables marneux, à pendage faible, en contre-bas du promontoire de calcaire jurassique d'Arfuyen (642,4 m et 596,9 m).

Au NE de ce promontoire, d'autres roches jurassiques pointent parmi les sables miocènes : auprès de la ferme située à 300 m au N de la ferme Piaulon. De l'autre côté du ruisseau de Grasseau, au pied de la ferme de la Brédouire. Au lieu-dit le Pas du Loup. De part et d'autre de la route d'Entrechaux : à l'W les pointements sont peu importants, mais à l'E le calcaire jurassique constitue une colline d'une superficie d'une quinzaine d'hectares (sommet 342,1 m) ; sa partie N forme une falaise dont la teinte blanche tranche fortement sur celle des sables miocènes gris jaunâtres. Ces hauts-fonds calcaires présentent des zones d'abrasion quelquefois spectaculaires. Certaines sont des surfaces aplanies patinées, de pente variable, de plusieurs dizaines de mètres carrés, criblés de trous de pholades ; d'autres ont des formes variées, tels les rochers actuels des îles de Lérins, aux parois diversement orientées mais toutes aux faces abrasées ou perforées. Le bassin de Mollans - Malaucène et notamment les environs d'Entrechaux constituent la région par excellence du Miocène rhodanien où l'on peut étudier dans le détail, les formes d'érosion sous-marine de ces "écueils fossiles".

Paragraphe 3 : Etude des marnes bleues de Faucon

=====

Ainsi que nous venons de la voir, les bancs de molasse calcaire burdigalienne, de faciès et de faune classiques, peuvent passer latéralement, en contre-bas des paléoreliefs mésozoïques, à des marnes bleues plus ou moins sableuses. Habituellement, ces marnes bleues surmontent les bancs molassiques ; elles n'en deviennent, en plus, des équivalents latéraux que dans les secteurs correspondant aux bas-fonds de la mer miocène. Elles sont ainsi, suivant les points, d'âge Helvétien inférieur ou d'âge Burdigalien + Helvétien inférieur.

Il nous reste maintenant à étudier la nature et la répartition de ces marnes bleues, bien développées dans tout le bassin de Faucon-Mollans-Malaucène et en particulier dans les environs de Faucon. Nous les définissons aux alentours de ce village, en particulier dans la zone déprimée qu'elles délimitent dans ses abords SSE. Les "marnes bleues de Faucon" sont des marnes argilo-sableuses, stratifiées ou non, homogènes, quelquefois finement micacées, de teinte gris bleu. Leur épaisseur moyenne, quand elles surmontent normalement les calcaires molassiques burdigaliens, est de 40 à 70 mètres. Elles sont quelquefois très plastiques, comme près de la ferme St Germain au SE de Faucon. Elles ne sont jamais aussi calcaires que les "marnes de Salles", lesquelles sont intercalées entre les bancs molassiques burdigaliens ; celles-ci ne le deviennent que quand elles passent latéralement aux marnes bleues.

La faune des marnes bleues de Faucon est très rare. On ne rencontre de débris de fossiles que dans les couches de passage, latérales ou verticales, avec les faciès de molasse calcaire à faune burdigalienne. Qu'elles soient marneuses ou sablo-marneuses, elles renferment alors : Chlamys camaretensis FONT., Chl. scabrel-la LMK., Chl. multistriata POLI., Chl. diprosopa FONT., Ostrea, bryozoaires rares. Il en est ainsi aux terrasses des vergers à l'E du ravin du Pontillard au N de Mollans ; au point 264,8 au N d'Entrechaux.

Les principales régions où affleurent les marnes bleues sont : aux environs de Faucon, le pourtour N, E et SE de massif de molasse burdigalienne de Boumian-Crépon ; les ravins de St Bertrand, de Rouvières, du Pré-Coucou à l'E d'Aiguillan ; le contre-bas W de la pointe du plateau crétacé des Roudions ; la bordure SE des pointements de calcaires mésozoïques au NE d'Entrechaux ; la région N de Malaucène ; la bordure W du massif de St Romain-en-Viennois.

La fraction détritique des marnes bleues de Faucon est assez variable. Elles peuvent en être pratiquement dépourvues (ferme St Germain) ou, par contre, être très sableuses. En général, elles deviennent sableuses dans leur ensemble et non lit par lit, et

plus fréquemment dans leur partie supérieure, en relation avec les sables jaunes helvétiques qui les suivent. Néanmoins, c'est de façon assez fréquente aussi, qu'elles passent latéralement à ces sables jaunes, encore plus ou moins marneux en transition.

J'ai déjà signalé dans la première partie, comment était apparu cet important développement de marnes bleues dans la base de la série miocène. Dans le bassin de Valréas, en effet, le Burdigalien ne renferme jamais de niveau de marnes bleues ni ne passe latéralement à elles ; la sédimentation y reste sablo-molassique, molassique ou marno-calcaire. Par contre, les formations d'âge Helvétique inférieur, surmontant classiquement celles du Burdigalien, sont constituées par un ensemble plus hétérogène, que j'ai dénommé "marnes et molasses de Grignan". Ce sont des marnes plus ou moins sableuses, bleutées, associées à des bancs sableux, gréseux, molassiques ou calcaires. Ces derniers sont quelquefois importants et fossilifères, mais le deviennent de moins en moins dans la région de Venterol, Nyons et Piégon. Dans ce dernier secteur, l'Helvétique inférieur est un ensemble de marnes sableuses grises ou jaunes et de sables marneux ou gréseux. Rares sont les bancs gréseux qui ont tendance à devenir molassiques et zoogènes. En direction de Merindol, les bancs marno-sableux prédominent, et l'on passe ainsi aux marnes bleues de Faucon.

Les marnes bleues de Faucon deviennent, souvent, très sableuses et passent même latéralement à des sables marneux. Cette transformation a lieu sans loi déterminée, soit qu'elles surmontent le Burdigalien molassique, soit qu'elles le remplacent aussi latéralement. On note toutefois, statistiquement, qu'elles restent souvent peu sableuses quand elles s'étalent au pied des paléoreliefs mésozoïques ("envasement"). Néanmoins il peut se faire souvent aussi, du fait des modifications latérales, que des sables plus ou moins marneux, de faciès helvétique, reposent directement sur le substratum ; et ceci peut se produire alors que des formations burdigaliennes molassiques existent au voisinage, ou même en contre-haut. C'est le cas entre les Roudions et St Marcel, le long du plateau crétacé entre Mollans et les Valettes etc ...

Le phénomène d'"ensablement" prend le dessus sur celui de l'envasement sans que les couches correspondantes deviennent pour cela, malgré leur faciès, d'âge helvétique ; il s'agit encore de sédiments d'âge miocène inférieur, contemporains (ou à la rigueur subcontemporains) des dépôts molassiques zoogènes classiques du Burdigalien (voir plus loin le schéma-diagramme FIG. 33).

Indépendamment du fait que l'on peut suivre de façon continue, en bien des points, l'enrichissement latéral en fraction sableuse des marnes de Faucon, la stratigraphie possède un moyen de vérification assez commode de ces variations de faciès. La partie supérieure des marnes bleues de Faucon est en effet surmontée par un banc de grès roux molassique, formant un repère facile sur le terrain. Nous l'étudierons dans le paragraphe suivant. Ce banc, épais de quelques mètres, n'est ni d'extension continue ni de caractères constants, mais il permet localement de s'assurer de la position relative des couches qui l'encadrent. Dans la région d'Entrechaux en particulier, on peut ainsi constater qu'il y a bien remplacement latéral des marnes bleues sableuses par les sables marneux jaunes sous ce niveau repère dont les affleurements forment souvent une sorte de corniche.

Paragraphe 4 : Le niveau des grès roux molassiques

=====

A Faucon et entre Faucon et Merindol, les marnes bleues de Faucon sont donc surmontées par un banc, ou un ensemble de bancs, assez épais (5 à 15 m) de lithologie gréseuse et molassique, légèrement zoogène par place. Il présente tous les intermédiaires entre le grès jaune banal et le grès molassique de Suze. Quand il est bien typique, c'est un grès dur, molassique, roussâtre, d'apparence grossière, sèche et plus ou moins vacuolaire, à facules rousses, et à débris de fossiles par place. Mais souvent, il est peu différencié. On l'observe bien dans la hauteur cotée 381,8 à l'W de Faucon, au point 347,3 au NE de ce même village (pendage 15° NW), aux points hauts du signal 413,6 entre Faucon et Mérindol et jusqu'à la chapelle Notre-Dame cotée 420,0 (voir coupe FIG.32).

A partir de là, refermant le flanc E d'une sorte de boutonnière anticlinale, on suit ce banc dur au coteau du Serre Long, aux Rochers d'Aiguillan (367,2) et au Rocher Coucourde (340,8).

On ne le retrouve vers Mollans, qu'au point 310,0 au NW de St Marcel. Par contre, ce banc gréseux forme des affleurements raidés et bien visibles un peu partout dans la région d'Entrechaux : base des collines des Ameuriers et de Séguret, et surtout pourtour du plateau de Talis et hauteur du Collet de Vaillant. C'est en suivant localement ces bancs qu'on peut se rendre compte que la masse des sables marneux sous-jacents devient tantôt plus argileuse (marnes argileuses de Faucon), tantôt plus sableuse (sables jaunes de faciès helvétien). On le suit plus loin au S (escarpement dominant la Malautière, collines Durin et Champ Signoret). Il existe plus nettement sur la bordure NE de la colline de Roche Gallière, au SE de St Marcelin-les-Vaison. On le suit de là vers le S, en contre-bas W de la colline de la Saousse. Il se raccorde plus loin avec une ligne de crête située au SW de Malaucène (colline de Coumpara) : le banc gréso-molassique est là bien typique; il se prolonge au SE de Malaucène, où il forme un réseau bien visible ; au S de St Romain-en-Viennois, à la partie supérieure des marnes argileuses bleues, réapparaît à l'E du Château de Taulignan un banc de grès à tendance molassique.

Les deux points où ce grès molassique prend un faciès à la fois bien différencié et bien fossilifère sont : le premier auprès de la Chapelle N. Dame (420,0), près de Merindol ; le second, au SW de Malaucène, sur le tertre du Coumpara qui domine la route Malaucène - Bédouin. Dans le premier gisement, on récolte, outre des débris de bryozoaires et des valves de balanes, des dents de poissons (Lamnia, Myliobatis), de grandes huîtres, des débris de Chlamys cf opercularis LIN., Chl. multistriata POLI et Chl. gentoni FONT. ; le lithofaciès évoque celui des molasses de Grignan. Le second gisement ne livre guère, à la surface des dalles de grès dur que des échantillons usés et mal déterminables, mais assez nombreux d'un pectinidé à rapprocher de Chl. camaretensis FONT.

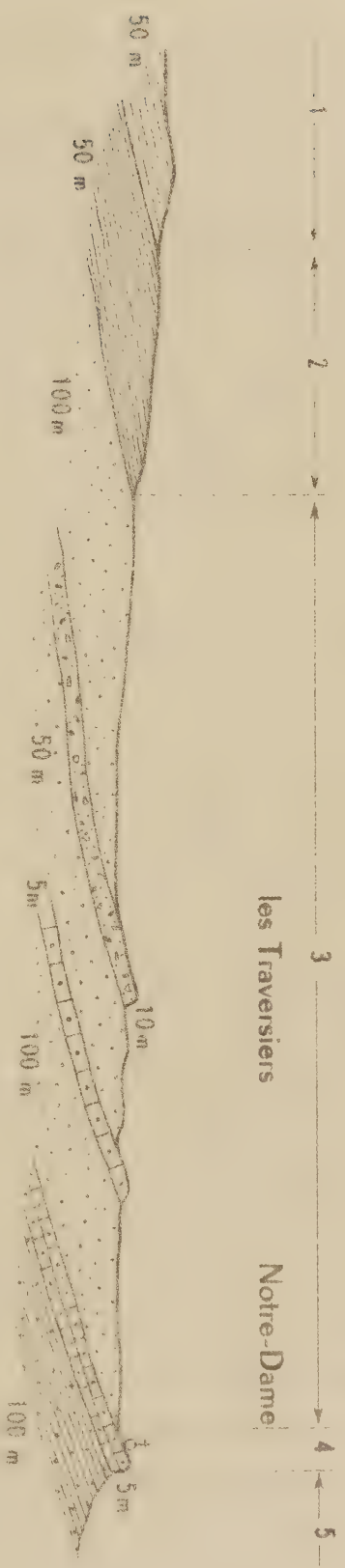


FIG. 32. Coupe du synclinal des Eyssarettes au N de Faucon.

- 1 Tortonien supérieur lacustre
- 2 Tortonien inférieur marin
- 3 Helvétien moyen et supérieur avec un banc conglomératique (les Traversiers) et un niveau molassique
- 4 grès roux molassique
- 5 marnes de Faucon

Ces bancs de grès, à tendance molassique et, plus rarement, fossilifères, présentent donc des caractères comparables aux grès molassiques de Grignan et de Suze-la-Rousse. Leur position stratigraphique est la même, si ce n'est qu'ils se localisent à la partie supérieure de la formation marno-sableuse (marnes sableuses de Faucon) au lieu de se répartir çà et là dans sa masse. Par la région de Piégon et de Nyons, ils viennent dans le prolongement des bancs supérieurs grésio-molassiques déjà signalés à Venterol et à Rousset (voir 1ère partie), lesquels représentent l'extension E des molasses de Grignan. Ils correspondent donc au toit de l'Helvétien inférieur (voir diagramme, FIG. 33).

Paragraphe 5 : Les sables gréseux helvétiques ;

=====

- 1 - Leur aspect banal

Le reste de l'Helvétien (Helv. moyen et supérieur) est marqué, comme dans la région de Valréas, par une forte épaisseur (300 à 450 m) de "safres", sables jaunes irrégulièrement et partiellement consolidés en miches gréseuses (voir coupe FIG. 32). Ils donnent des affleurements aux formes curieuses (grésification en marches d'escaliers) dans la colline cotée 422 qui servait de site au vieux village de Piégon. C'est la même formation que les "sables et grès stériles de Valréas" ; ils se suivent en toute continuité par la région de Nyons avec les affleurements de ce bassin. Ils en ont tous les caractères ; leur teinte est jaune ou gris jaune ; à la partie inférieure, quand ils se fondent avec les faciès plus sableux des marnes de Faucon, ils prennent une teinte gris bleu ; la présence assez discontinue des bancs grésio-molassiques (voir paragraphe précédent) fait qu'on passe souvent insensiblement des faciès sableux aux faciès marneux.

Dans leur aspect habituel, ces sables sont d'apparence tout à fait banale et monotone, azoïques, peu marneux, moyennement grossiers. Ils prennent, par contre, dans la région synclinale comprise entre Piégon, Puyméras, Mérindol et Faucon des faciès particuliers, soit qu'ils deviennent molassiques et même zoogènes, soit

qu'ils deviennent grossiers graveleux et même conglomératiques. Etudions les successivement.

- 2 - Les passées molassiques

Au-dessus des grès molassiques qui, à l'Eglise Notre Dame de Mérindol surmontent les marnes bleues et sont l'homologue de la partie supérieure des grès molassiques de Grignan et de Suze, s'étalent les sables helvétiques encore un peu marneux, de teinte jaune ou grise. On les observe d'abord dans les champs sur une épaisseur d'une centaine de mètres ; ils supportent ensuite une molasse marno-gréseuse jaunâtre (épaisseur 5 m), à bancs zoogènes, affleurant au tertre coté 446 et sur la hauteur située entre les deux points 406,1 et 370,1. (voir coupe FIG. 32). Parmi les débris de fossiles, on remarque d'assez nombreux bryozoaires, des balanes, Ostrea sp., Chlamys gentoni FONT., Chl. multistriata POLI. Le faciès lithologique est celui des molasses de Grignan, avec dalles lumachelliques et bancs marno-sableux, petits galets marneux, tâches rousses. Il ne s'agit pas d'un niveau constant, mais de lentilles discontinues qui se différencient localement au sein des safres gréseux helvétiques. Elles rééditent au sein des formations de l'Helvétien moyen, le faciès gréso-molassique habituel au toit de l'Helvétien inférieur. Je n'en ai pas retrouvé ailleurs dans les sables gréseux helvétiques.

Dans la région de Puyméras et de Mérindol, les safres helvétiques se poursuivent encore, au-dessus du grès molassique précédent, sur une épaisseur d'environ 150 à 200 mètres. Dans leur partie supérieure, ils présentent, de façon éparse, des passées plus grossières et même graveleuses, dépourvues de fraction fine. Ce sont des sables plus ou moins consolidés, de couleur jaunâtre, roussâtre, ou rosâtre, où de nombreux fragments de fossiles concassés se mêlent aux grains de quartz et à de petits galets mal roulés de calcaire, de silex, de marne ou de radiolarite. C'est le même faciès et la même position stratigraphique que les "sables du Moulin à Vent", de l'Helvétien supérieur de Visan. Je les avais déjà signalés en divers points de la région de Vaison-la-

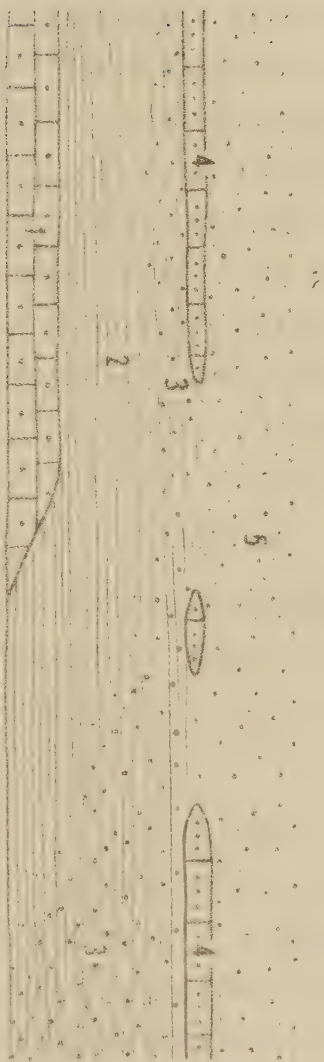


FIG. 33. Diagramme des faciès du Miocène inférieur
du bassin de Faucon - Mollans - Malaucène

- 5 sables gréseux jaunes
- 4 grès roux molassiques
- 3 sables marneux
- 2 marnes bleues de Faucon
- 1 molasse calcaire "burdigalienne"

Romaine (voir lère partie). On les rencontre ici en deux gisements principaux : l'un qui est situé le long de la petite route vicinale qui quitte Puyméras vers l'E et rejoint la R.D. 71 au point coté 444 ; les débris de fossiles se ramassent notamment au point 385,1 et, un peu plus loin, peu avant d'arriver au point 402,8 ; les valves de balanes sont extrêmement nombreuses, comme dans tous les gisements du type "Moulin à Vent"; outre des bryozoaires assez nombreux, on ramasse aussi des fragments d'huîtres guère déterminables et des Chl. gentoni FONT. brisés. Un autre gisement est situé dans l'angle des deux chemins, l'un de direction WSW, l'autre de direction NW, à 250 m SW de la ferme St Georges, et à près de 2 km N du village de Puyméras ; la faune est la même. Ces gisements ont le même faciès et, à peu de choses près, la même position stratigraphique que les sables du Moulin à Vent de Visan ; ils sont également à mettre en parallèle avec les sables de Montchenu du Bas-Dauphiné, et ceux de St Fons du Lyonnais (voir 3e partie) ; comme eux, ils constituent des lentilles grossières et fossilifères au sein de l'Helvétien supérieur.

- 3 - Les passées conglomératiques et caillouteuses

Les sables helvétiques du bassin de Faucon sont marqués également d'intercalations conglomératiques qui peuvent prendre un grand développement.

Les plus typiques constituent la colline du Serre des Traversiers (voir coupe FIG. 32) entre Merindol et Piégon. Ce sont de gros conglomérats, épais de 10 mètres, de pendage 25° W, constitués de galets ou de blocs polygéniques, mal classés, emballés dans un sable gréseux. On remarque des galets perforés de lithophages, des blocs calcaires peu roulés on subsiste encore une structure de lapiaz, des blocs énormes atteignant 2 m de long. La partie supérieure, par contre, est constituée de galets de plus petite taille et bien roulés, surtout des silex roux.

Ces "conglomérats des Traversiers" existent déjà, quoique moins importants, au N du ravin de Gourbeau. Vers le S, on les suit jusqu'à l'W de Merindol : leur ligne d'affleurement forme

ensuite un arc de cercle bien net et on les retrouve à Puyméras même. Mais leur faciès change progressivement : les gros éléments disparaissent, la taille des autres diminue. A Puyméras, on a à faire à un sable grossier et gréseux, graveleux, à petits galets roux (pendage 25° NE) ; on se rapproche ainsi du faciès des sables gréseux du Moulin à Vent. Ils renferment, notamment au SE du point 364,1, près du village, des débris de fossiles, balanes, quelques bryozoaires, débris d'huîtres, de Chl. gentoni FONT., Chl. multistriata POLI., dents de poissons. La diminution de taille et de densité des blocs dans le conglomérat, qui a lieu du NE vers le SW, est un phénomène très net et confirme bien leur provenance terrigène à partir des montagnes des Baronnies.

Ces conglomérats des Traversiers - Puyméras sont surmontés encore par une centaine de mètres de sables jaunes, localement fossilifères (voir plus haut). Ils sont donc situés stratigraphiquement à peu près aux 3/4 supérieurs de l'Helvétien. Ainsi, ils ne sont pas contemporains, mais un peu plus anciens, que les conglomérats de Nyons ; ils témoignent, à des époques comparables, de manifestations géologiques comparables.

On observe une autre intercalation conglomératique au S du massif crétacé de St Romain-en-Viennois. Elle constitue la partie NW de la colline de Roche Gallière et en forme le sommet à l'altitude 325,8 m (pendage 15° WNW). Ce sont des conglomérats assez denses à galets polygéniques bien roulés, de taille moyenne, épais de 15 à 22 mètres (voir coupe FIG. 33 bis). Le liant est un sable gréseux jaune grisâtre. Ils reposent, par l'intermédiaire de quelques mètres de sables gréseux jaunâtres, sur le banc gréso-molassique à passées zoogènes (faciès de Grignan) qui forme le toit de l'Helvétien inférieur marno-sableux. L'âge des conglomérats de Roche-Gallière est donc, en gros, Helvétien moyen, plus ancien que les conglomérats des Traversiers cependant.

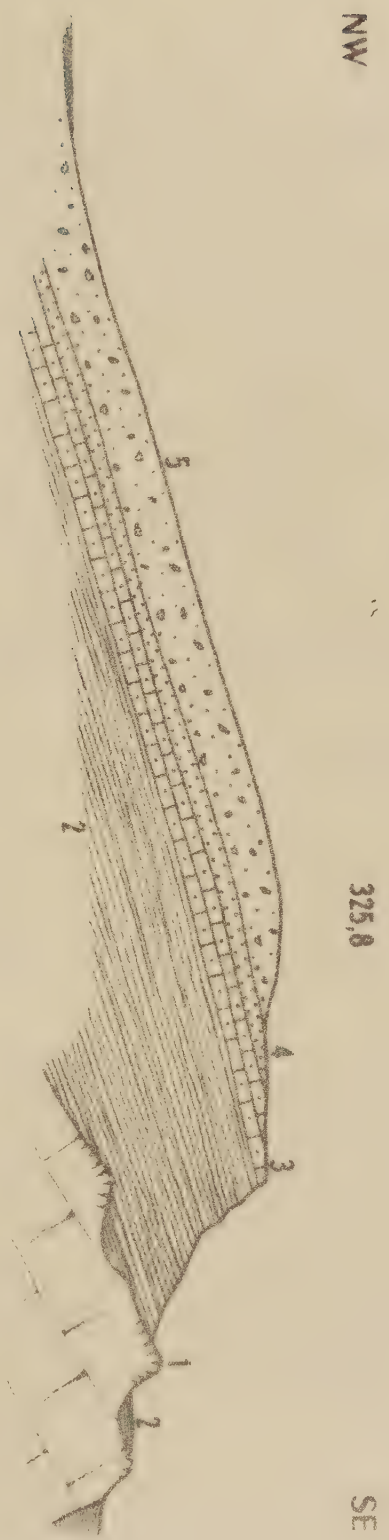


FIG. 33 bis. Coupe de la colline de Roche-Gallière au SE de Saint-Marcellin-les-Valsion.

- 5 conglomérats de Roche-Gallière : 20 m
- 4 sables gréseux : 6 m
- 3 grès roux molassiques : 6 m
- 2 marnes bleues : 30 à 40 m
- 1 surface rocheuse érodée

Paragraphe 6 : Le Tortonien

=====

Le dispositif synclinal situé au N de Faucon (synclinal des Eyssarettes, lieu-dit constitué par l'ensemble des fermes éparpillées au NNE de Puyméras), dont l'ovale est bien souligné par le banc conglomératique de Puyméras - Traversiers, est occupé en son centre par des marnes tortoniennes (voir coupe FIG. 32).

Au-dessus des safres helvétiques, ce sont d'abord des marnes bleues sableuses affleurant rarement, au hasard d'un ruisseau ou d'un talus ; elles m'ont livré quelques fossiles marins sur le rebord du chemin près de la ferme, au point 415, au SW du Serre des Traversiers : Corbula aff. escoffierae FONT., débris de Turritella valriacensis FONT., Venus sp., Natica enthele F. et T. Leur épaisseur, difficile à estimer, doit être de 50 mètres. A la partie supérieure, on retrouve le banc à Ostrea crassissima LMK des environs de Visan, mais il est difficile de le repérer dans ce pays couvert. Il affleure dans un premier ravin à 300 m E du point coté 343, et dans un second ravin à 250 m au NNW du point coté 399. Les gens du pays connaissent bien l'existence de ces grandes huîtres.

Au-dessus de ce Tortonien marin, le centre du synclinal des Eyssarettes est occupé par des marnes argilo-sableuses blanchâtres (voir coupe FIG. 32). Leur épaisseur, limitée par l'érosion, est de 30 à 60 mètres ; elles affleurent mal mais se repèrent bien dans les champs, en donnant une terre blanchâtre ou grisâtre. Localement elles montrent des passées grises ou noirâtres ligniteuses, livrant de rares débris de faune continentale, comme à 200 m à l'WSW de la ferme des Etagnols.

D'assez vastes placages d'alluvions recouvrent toute cette région : plaine de Rouvière, les Etagnols, la Rourieu, les Eyssarettes. Ils n'empêchent cependant pas de se rendre compte de la forme du synclinal, qui est allongé N-S. Les contours sur la feuille Orange sont inexacts ; il n'est pas indiqué sur la feuille Le Buis où il pénètre quelque peu.

Quoiqu'il en soit, je n'ai pas repéré, en son centre, de couches comparables aux limons et cailloutis rouges de Buisson, ni aux conglomérats "pontiens" de Vinsobres.

Nous quittons ainsi l'étude du Miocène du bassin de Faucon Mollans - Malaucène. Bien que peu étendu, il nous a montré une série stratigraphique très intéressante dont les trois particularités majeures sont les suivantes : intercalations molassiques et conglomératiques dans l'Helvétien, envasement du Burdigalien, développement des formes d'érosion marine rocheuse au début du Miocène. Ces deux derniers phénomènes, liés à l'hétérogénéité du paléorelief antemiocène se retrouveront largement plus au S.

2e CHAPITRE

LE BASSIN DE CARPENTRAS

=====

Il constitue la bordure NE du Comtat Venaissin proprement dit ; les auréoles miocènes s'adossent vers Beaumes-de-Venise contre la partie S du massif mésozoïque de Lafare-Suzette ; elles recouvrent vers Malemort les terrains oligocènes, au pied de la terminaison occidentale des Montagnes crétacées du Luberon et du Vaucluse (voir cartes FIG. 25 et 40).

Nous étudierons d'abord le Burdigalien : en un premier temps de Gigondas à Crillon, puis de Crillon à Lagnes. Nous étudierons ensuite les formations helvétiques qui forment la région centrale du bassin.

Paragraphe 1 : Le Burdigalien entre Gigondas et Crillon-le-Brave

=====

Nous avons quitté le Burdigalien à Seguret, où il était présent de façon discontinue et sous forme de molasse dure à nullipores.

Entre ce village et celui de Gigondas, il présente les mêmes caractères : présence discontinue, bancs redressés, faible épaisseur, faciès de molasse dure. Au N de Gigondas, le long de la route des Florets, peu après la Chapelle St Come, la base du Miocène est très fracturée avec lambeaux de sables helvétiques coincés en écailles entre des compartiments de calcaires crétacés disloqués.

Le Burdigalien devient continu, plus épais et bien différencié, à partir de la colline de la Muse (261 et 256 m) au NNE de Vacqueyras. C'est une molasse calcaireuse de teinte claire, assez zoogène par place, dont l'épaisseur atteint progressivement 20 à 25 mètres. Le pendage diminue nettement (20°).

A l'E de Vacqueyras, depuis la petite colline du Colombier jusqu'à celle des Combettes (160 m) ou celle des Chambilles (147m), on relève la coupe suivante :

- marnes calcareuses grises 30 m ;
- molasse marno-calcaire, peu dure, plus ou moins rognoneuse, avec un banc marneux (10 m) ;
- marnes calcaires gris clair en fins délits, affleurant mal ; épaisseur 30 à 50 m environ ; elles sont apparues progressivement en direction du S, au sein de la molasse calcaire de La Muse ;
- banc détritique avec quelques galets verdis (1 à 3 m) ;
- substratum de marnes chocolat oligocène.

Dans la petite cluse du vallon des Chambilles :

- molasse blanchâtre, calcareuse, en bancs localement rognoneux (10 m) ;
- marno-calcaires clairs, grisâtres ou jaunâtres (15 à 20 m)
- molasse détritique conglomératique verdâtre (8 m) ;
- molasse détritique jaune-verdâtre (5-6 m) ;
- marnes oligocènes.

Au S de la petite route de Montmirail, le banc détritique devient vite épais. De part et d'autre du chemin des Crottes (ferme Pie Ripert ; colline Crotte d'Ambrosi, 196 m), on relève la coupe suivante :

- molasse calcaire, en bancs plus ou moins durs, assez zoo-gène, variable d'aspect (10 m) ; au-dessus sur 6 à 8 m elle alterne, bancs par bancs, avec des marnes sableuses (transition verticale avec l'Helvétien) ;
- marnes calcaires grises se présentant soit en bancs, soit délitées, soit rognoneuses (20 à 25 m) ;
- molasse gréseuse conglomératique, à gros galets (10 à 12m) ;
- molasse gréseuse conglomératique à petits galets (6 m) ;
- sable gréseux calcareux verdâtre (15 à 20 m) ;

Oligocène

Les bancs détritiques sont apparus rapidement, à la base de la série, en quelques centaines de mètres et sont devenus vite épais. Ils se réduisent d'ailleurs presque aussi vite vers le SW : au niveau du point 233 sur la ligne de crête miocène, ils sont pratiquement disparus. Corrélativement, les deux formations de molasse calcaire et de marno-calcaire s'interpénètrent l'une l'autre (épaisseur 30 à 50 m) au lieu de se superposer. Sur la crête des Coureus et vers le sommet 299,7, elles se sont fondues en un ensemble molassique, calcareux et plus ou moins zoogène, épais de 30 à 50 m. Le pendage augmente progressivement et atteint 60°.

Au niveau de la petite route de Beaumes à Lafare, on observe

- molasse calcaire dure 7 m ;
- molasse marneuse 6 m ;
- molasse calcareuse 4 m ;
- marnes calcaires 3 à 4 m ;
- molasse calcareuse 3 m ;
- molasse marneuse délitée 8 à 10 m ;
- molasse calcareuse 5 m ;
- marnes 8 à 10 m ;
- marno-calcaire en plaquettes 1 à 3 m ;

Substratum : Trias.

Le banc inférieur marno-calcaire est laminé et déversé au contact des marnes et cargneules triasiques, avec lesquelles, très localement, le Miocène vient en contact.

A l'E du vallon de Lafare, vers la ferme la Frigoule, le Burdigalien se transforme. Les intercalations de marnes calcaires, que nous avons notées précédemment, au sein du faciès molassique, deviennent plus marneuses et plus plastiques. L'étage est alors constitué de la façon suivante : à la base, des bancs molassiques dont l'épaisseur diminue assez rapidement vers l'E ; pour le reste, des marnes argilo-sableuses alternant encore à la partie supérieure avec des lits molassiques. On assiste ainsi au passage latéral des faciès "classiques" du Burdigalien à des faciès marno-argilo--sableux analogues à ceux de la base de l'Helvétien comme

dans le bassin de Faucon- Mollans - Malaucène. Corrélativement, ces bancs molassiques, tout en s'amenuisant, s'élèvent progressivement assez haut sur la pente du massif antemioène, et ceci bien que leur pendage devienne modeste. On retrouve ainsi des lambeaux perchés sur la hauteur du Long Serre, à la cote 244,7, à mi-pente des reliefs crétacés.

Dorénavant, le Burdigalien classique ne sera présent que sous forme de lambeaux accrochés en contre-haut des sables marneux "de faciès helvétien" qui forment la plaine (exemple coupe FIG. 35). C'est un schéma que nous avons déjà rencontré plusieurs fois dans la région précédente. Un premier placage de molasse burdigalienne s'observe sur la pente du sommet de Pied Léger entre le coteau de Férigoulet et le haut de la ferme La Tuillère (altitude 230 à 260 m). Un autre, à l'W du village du Barroux, forme la partie S de la petite colline de Pied Mians (altitude 300 à 330 m). Un troisième est coincé dans un creux topographique au niveau du Pont des Quatre Arches au S du Barroux. Un autre coiffe la colline du Paty (altitude 225-240 m).

Tous ces lambeaux de molasse sont inclinés vers la plaine (jusqu'à 30°), plaqués sur la pente plus ou moins raide du substratum antemioène (Crétacé, Oligocène). Leur nature lithologique est assez variable : c'est en général une molasse calcareuse, plus ou moins zoogène, mais à la partie inférieure de laquelle peuvent apparaître des bancs hétérogènes et détritiques, renfermant des galets et des blocs remaniés et verdis. Ces derniers sont spectaculaires, au Pont des Quatre Arches : absents dans la partie haute du lambeau, ils deviennent épais dans la partie basse (molasse conglomératique de pente voir FIG. 34). En général la surface du substratum est abrasée, patinée perforée de lithophages : elle s'étudie bien sur la pente de la colline du Paty, où elle recoupe diverses strates oligocènes.

Entre St Hyppolyte-le-Graveyron et la ferme Applanat, les sables marneux "de faciès helvétien" recouvrent la base de la pente des calcaires crétacés. Ces derniers ressortent en certains

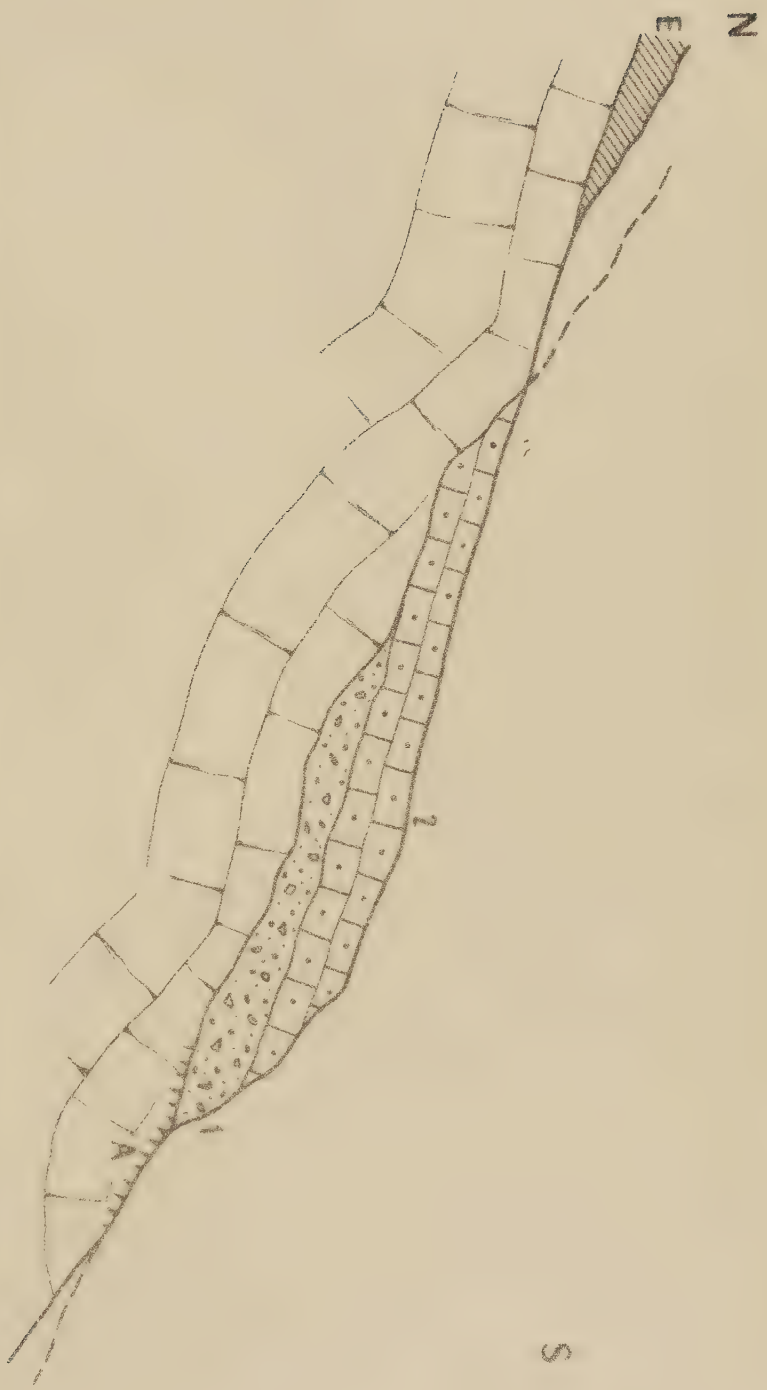


FIG. 34. Coupe au pont des Quatre-Arches près du Barroux.

- E éboulis
- 2 molasse calcaire
- 1 conglomérat molassique
- A: substratum érodé



FIG. 35. — Coupe à l'W de Saint-Hippolyte-le-Graveyron,

E éboulis

3 sables marneux de "facies helvétique"

2 haut-fond calcaire érodé et encroûté

1 molasse calcaire

points vers la base à travers les sables en montrant des formes d'érosion particulière (FIG. 35). Ce sont des croupes dénudées, de forme ovale, constituées par les calcaires valanginiens : leur surface à silex altéré est lisse et patinée, avec trous de lithophages et quelques galets verdis. On les observe nettement entre les fermes La Gérine et Pons. Au niveau du petit ravin du Rioulas, aux abords du pont de la route, on revoit le substratum crétacé, taraudé et perforé ; il forme, sous les sables marneux miocènes, de véritables rochers fossiles. Dans les trous des lithophages comme dans les creux de la roche, se localisent des encroutements brunâtres très riches en empreintes de fossiles, mais ces derniers ne sont guère déterminables. Ce sont de véritables hard-grounds.

Plus au NE, un lambeau plus élevé de molasse burdigalienne subsiste près du col coté 431,6 en contre-haut de la route Malaucène-Bédoin. Il correspond à la partie basse du coteau de la Louvière, à l'altitude de 430 à 480 m. Il fait le relais entre le bassin de Carpentras et celui de Malaucène. En suivant, à partir de ce point, vers le SW, la ligne de hauteur dite Sommet de Pied Blanc, on arrive, entre les lieux-dits Les Plames et Font Garenne, à une vaste aire de remaniement par le Miocène des conglomérats oligocènes ; elle jalonne les affleurements de molasse précédemment cités. Au village de Crillon-le-Brave, affleure de nouveau la molasse burdigalienne, qui se suivra maintenant de façon continue vers le S. Elle apparaît brusquement sur une surface érodée du substratum de calcaire oligocène, et forme, à 344 m, la hauteur du village.

Ainsi la présence et la nature des dépôts de la base du Miocène témoignent dans le secteur, au moins autant que dans le bassin de Faucon - Mollans - Malaucène, de l'influence primordiale de conditions topographiques pré-établies du substratum. L'hétérogénéité lithologique et tectonique de la région a façonné un paléorelief antemiocène aux formes multiples et changeantes, aboutissant à deux types extrêmes de conditions de sédimentation. Soit type de fond calme plat et peu profond, avec sédimentation épaisse et classique : il est réalisé vers Vacqueyras et Beaumes,

sur un substratum d'Aquitaniens marneux. Soit type de fond rocheux accidenté et fortement en pente : sédimentation réduite et locale de molasse ; surfaces d'abrasion ; envasement ou ensablement direct en contre-bas ; il lui correspond un substratum calcaire dur (Hauterivien, Barrémien, Oligocène calcaire) ; c'est le cas vers St Hippolyte, le Barroux et au NW de Grillon. A partir de ce village, le Miocène repose sur une série oligocène surtout marneuse, à disposition monoclinale simple ; nous y verrons à la base du Miocène, une sédimentation redevenue continue et de type classique.

Paragraphe 2 : Le Burdigalien entre Crillon-le-Brave et Lagnes

=====

La molasse burdigalienne affleure dans le village même de Grillon, puis largement au S en direction de Mormoiron. Entre Grillon et St Pierre de Vassols, à peu près au niveau de la ferme Babelon, on peut relever le coupe suivante :

- molasse calcaire fine, claire, finement zoogène 5-6 m ;
- marno-calcaire gris à bancs de molasse calcaire 6-7 m ;
- molasse calcareuse et détritique, plus grossière, jaunâtre, en bancs durs à Chl. aff. davidi FONT., 4-5 m ; elle était exploitée dans de nombreuses carrières ;
- conglomérat à galets verdis 3 m.

La molasse calcareuse inférieure semble n'avoir qu'une existence très locale ; apparue au lieu-dit Précasteau, elle disparaît au lieu-dit les Argiles en s'intercalant dans une marne argilo-sableuse bleutée "de faciès helvétique". C'est encore un exemple de la coexistence suivant les points, au Burdigalien, d'une sédimentation molassique et d'une sédimentation vaseuse.

Au niveau du pont des routes, au lieu-dit Saint-Jean-de-Vassols les marno-calcaires deviennent également argilo-marneux. Il ne reste plus alors, vers le S, qu'une molasse jaunâtre mi-calcareuse, mi-détritique, épaisse de 2 à 10 mètres. On suit cette dernière jusque vers Mormoiron et Malemort-du-Comtat. Elle recouvre



FIG. 36. Coupe au NE de Lagnes.

- 4 sables marneux jaunes helvétiques
- 3 et 1 molasse verdâtre burdigalienne
- 2 grès fin marneux gris
- A: substratum urgonien érodé

les hauteurs de marno-calcaires à gypse du Ludien - Sannoisien. Son faciès reste celui d'une molasse soit gréseuse, soit calcaireuse, à passées zoogènes, assez dure, de teinte verdâtre ; son épaisseur est assez faible (4 à 18 m). Elle ne renferme guère de fossiles déterminables ; débris de pectinidés (Chlamys aff. davi-di FONT., Chl. aff. tournali DE S., Chl. multistriata POLI., Chl. praescabriuscula FONT., Ostrea sp., balanes, rares bryozoaires, dents de Lamna). La base montre par place des galets verdis.

A 300 m NW de Malemort, dans le talus de la petite route joignant celle de Mazan à celle de Pernes-les-Fontaines, la base du Burdigalien verdâtre assez détritique m'a livré un bel échantillon de tube d'annélide tubicole du groupe des Protula ; parmi les galets ou cailloux remaniés figurait un fragment de calcaire avec des Helix aff. ramondi BRONGN.

Au SSW de Malemort, le Burdigalien présente des caractères nouveaux qui peuvent se résumer ainsi :

- faciès de molasse gréseuse en bancs durs, verdâtre ou jaunâtre, azoïque ;
- épaisseur assez forte : 30 à 50 m en moyenne ;
- altitude progressivement élevée, en moyenne entre 250 et 400 mètres.

J'ai déjà défini cette formation dans les environs de Saumane-de-Vaucluse, pittoresque village aux environs duquel les affleurements sont fréquents et bien caractérisés. La "molasse gréseuse de Saumane" couvre de vastes surfaces entre Vénasque et la vallée de la Sorgue. C'est une roche dure, gréseuse, en petits bancs bien lités séparés de strates plus sableuses : elle donne un sol sec, aride, propre aux maquis et aux broussailles. Facilement délitée à l'affleurement, elle fournit, autour des parcelles cultivées, des dalles ou des pierres plates qui s'entassent en murs épais et quelquefois assez hauts, en constructions rondes et massives appelées "bories" ou simplement en tas désordonnés. Observée bien en place, la formation montre une stratification entrecroisée fréquente. On peut en voir de spectaculaires exemples,

aux détails finement marqués, dans les hautes tranchées de la route montant à Saumanes.

L'épaisseur maximum de la formation s'observe à Saumanes même (70 m). Elle repose sur les calcaires et marnes à gypse du Ludien et s'adosse à l'E par faille au massif crétacé du Vaucluse. Contre cet accident majeur, elle s'élève près du sommet de Roque Pourquière, jusqu'à l'altitude de 500 m. Certains bancs sont plus grossiers, à tendance vacuolaire. Certains sont plus calcareux et plus massifs. D'autres, surtout à la base, sont plus sableux, voire sablo-marneux. Au S de la vallée de la Sorgue, vers Lagnes (collines Bondelon et les Beaumes voir FIG. 36), s'observe au milieu des faciès molassiques habituels, une trentaine de mètres de grès fins marneux gris clair.

La molasse gréseuse de Saumanes est azoïque. On n'y observe même pas de débris de balanes ou de bryozoaires. Elle ne m'a livré quelques débris de fossiles, d'ailleurs guère déterminables, qu'au S de Fontaine-de-Vaucluse, à 250 m NE de la ferme de la Bastide Rouge, dans les bancs inférieurs : Chlamys aff. radians NYST., Chl. sp., Ostrea sp., rares bryozoaires.

Les plateaux qui, de Vénasque à Saumanes, sont formés par la molasse gréseuse burdigalienne sont assez élevés (250 à 350 m en moyenne) et dominent largement la plaine de Carpentras (altitude de 50 à 60 m). Celle-ci est remplie par des sédiments marno-sableux et sableux "de faciès helvétique". Leur base, plus marneuse, repose directement, vers St Didier, (voir plus loin) sur le substratum oligocène. On retrouve ainsi une disposition réciproque des deux formations, molassique en contre-haut, marno-sableuse en contre-bas, analogue à celle que nous avons rencontrée en bien des points du bassin de Faucon - Mollans - Malauvène. Exemple : coupes FIG. 37 et 38 respectivement près de Malmort et de Saint-Didier.

En un point privilégié les deux formations, au lieu de rester séparées, l'une en contre-haut, l'autre en contre-bas de la pente oligocène, arrivent en contact et montrent leur passage

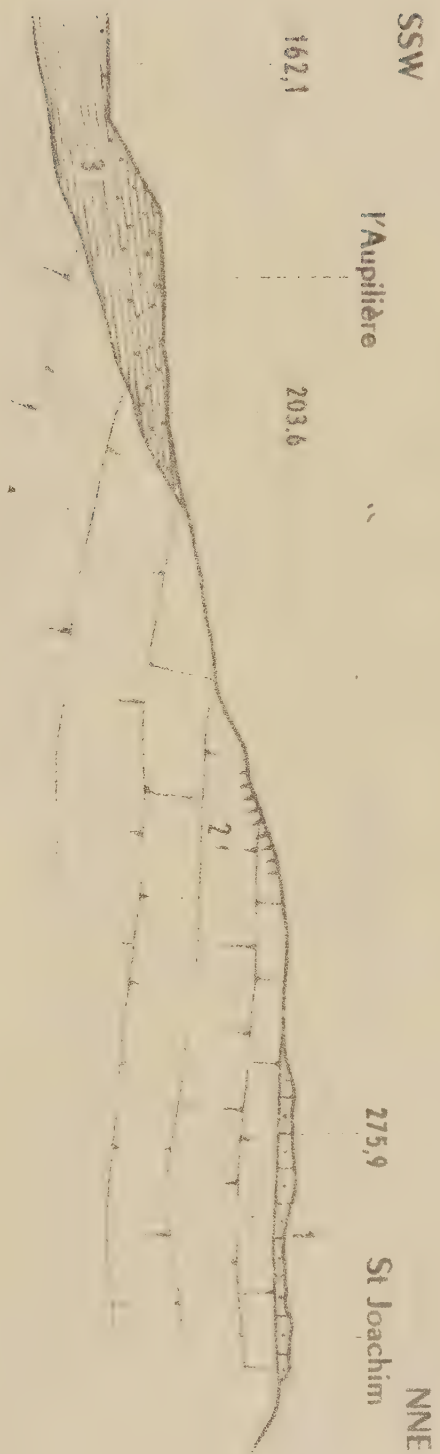


FIG. 37. Coupe au S de Malemort-du-Comtat.

- 1 molasse verdâtre burdigalienne
- 2 substratum oligocène, localement érodé
- 3 marnes sableuses et sables de "faciès helvétique"

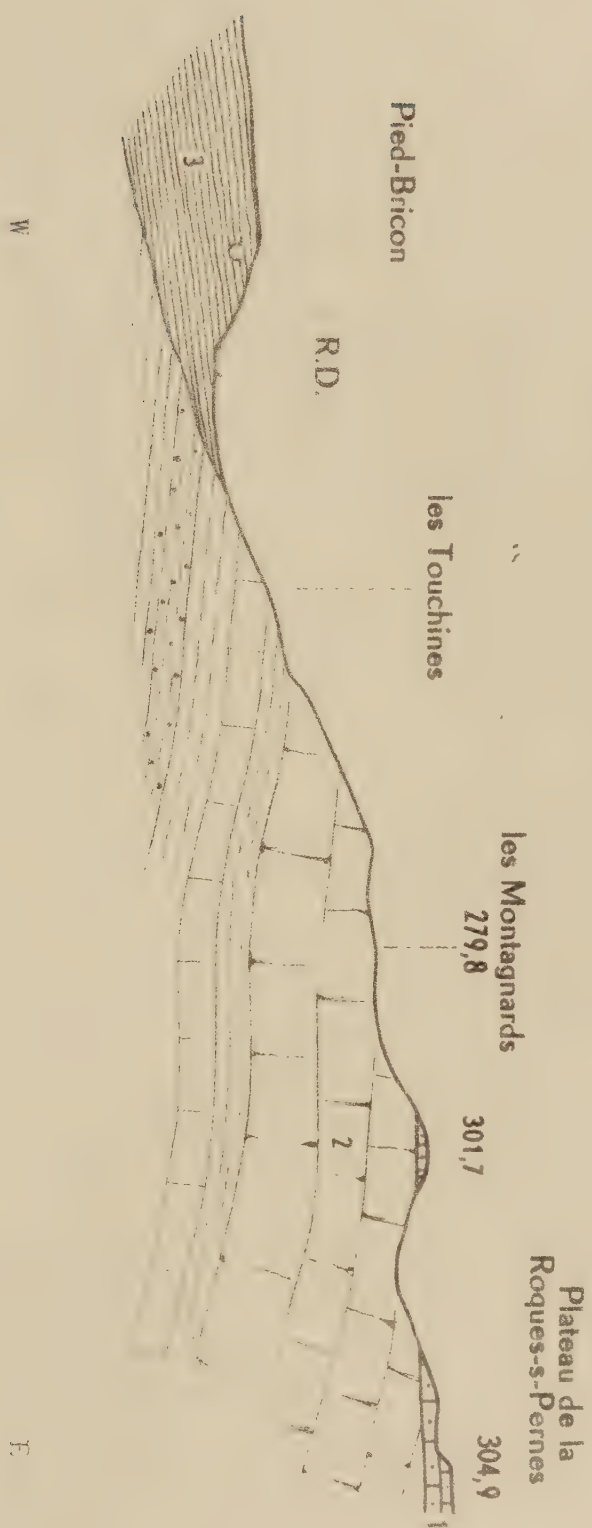


FIG. 38. Coupe au SW de Saint-Didier.

- 1 molasse gréseuse verdâtre burdigalienne
- 2 substratum oligocène
- 3 marne argileuse bleue plastique

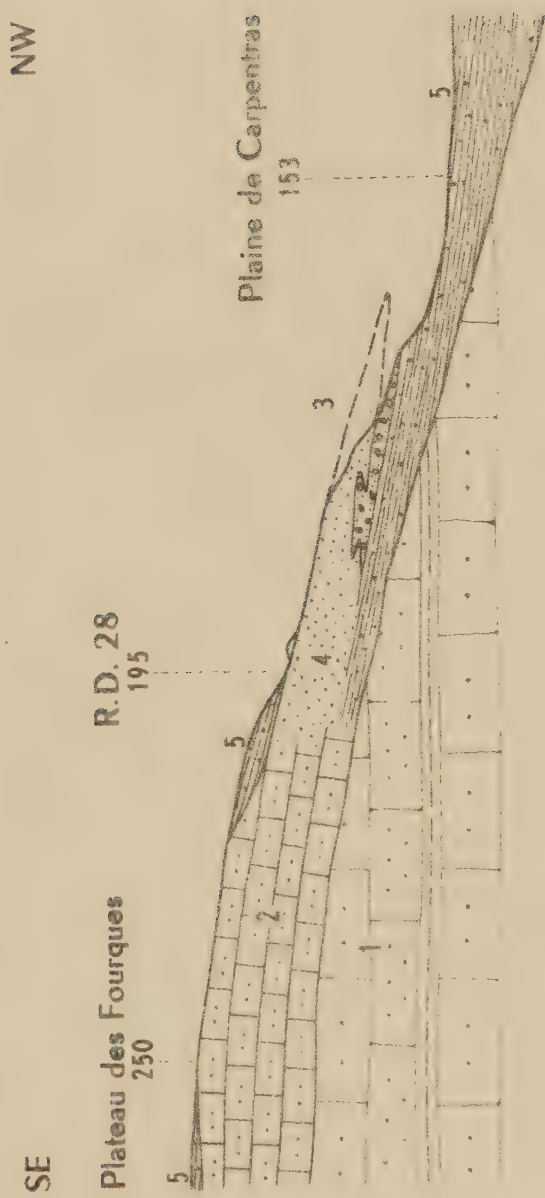


FIG. 39. Coupe au NE de Saint-Didier.

- 1 substratum oligocène
- 2 molasse gréseuse verdâtre
- 3 molasse conglomératique
- 4 molasse hétérogène
- 5 marnes bleues sableuses

latéral (coupe du plateau des Fourques au lieu-dit Pelissane, au milieu du triangle Malemort-Venasque-St Didier, voir FIG. 39).

Les plaques de molasse gréseuse, horizontale sur le plateau de Fourques (altitude 250 m), s'inclinent assez vite et changent de faciès. Ils deviennent moins durs, moins épais, et plus hétérogènes. Dans la petite falaise dominant la Nesque, au N du tournant de la route on observe, épaisse de 6 m, une molasse détritique de lithologie très irrégulière, à passées calcareuses, à galets, à petites passées marneuses et à galets marneux ; elle surmonte une marne sableuse, gris bleu à jaunâtre qui forme le coteau de Pelissane et au sein de laquelle disparaît latéralement vers l'W la molasse hétérogène à galets. Cette marne sableuse est bien miocène et ne peut être confondue avec le substratum oligocène, car elle m'a livré des dents de Lamniidés et des débris de Chl. gentoni FONT. dans le talus de la route près de la maison signal 202,1.

En un autre point, au NW de Malemort, entre le point 209,1 et le coteau sur la Font, s'observe sur quelques mètres, une alternance lit par lit de molasse gréseuse verdâtre et de marne argilo-sableuse gris bleu ou jaunâtre, le tout sub-horizontale ; les marno-calcaires oligocènes affleurent en contre-haut, au coteau de Saint-Antonin, à 250 m de là.

Comme vers Faucon, Malaucène ou Crillon, la sédimentation marneuse ou marno-sableuse s'installe donc dès le Burdigalien dans les parties basses ou calmes du bassin miocène, le dépôt des faciès molassiques ayant lieu dans les secteurs plus littoraux ou moins profonds. Dans la région qui nous occupe l'origine du matériel détritique répondant de la nature gréseuse de la "molasse de Saumanes", se situe dans les domaines plus orientaux du bassin d'Apt, où le substratum est très sableux (voir 5e partie, 1er chapitre). La région s'étendant de Malemort à Lagnes représente l'extrémité W de cet épandage détritique, à son débouché dans la partie S du bassin de Carpentras.

Au S de la Sorgue, vers Lagne, le substratum n'est plus oligocène, il est formé par les calcaires compacts du Crétacé inférieur constituant l'angle SW du massif du Vaucluse.

Ils donnent aussitôt, au contact du Miocène, des surfaces rocheuses aux marques d'érosion bien caractérisées. Une vaste surface, fortement en pente vers l'W, a en particulier été dégagée au N immédiat de Lagnes ; elle montre, sur le bord du chemin, à 280m au NW du point 109,0, de nombreuses niches d'oursins. Au SE immédiat du village (calvaire 155,9) une amande de calcaire crétacé érodée et patinée ressort au milieu du Miocène. Le substratum crétacé pointe même directement sous les alluvions entre l'Isle-sur-Sorgue et Fontaine de Vaucluse, aux alentours de la ferme du Grand Pigeolet (renseignements tirés des coupes de puits des habitations).

Les strates miocènes se sont adossés horizontalement contre cette pente crétacée (cf FIG. 36). En quelques centaines de mètres de distance, seuls les bancs de molasse gréseuse du sommet du Burdigalien parviennent à la recouvrir. Au point 166,4 de la route de Cabrières ce sont même les sables marneux helvétiques qui sont au contact du Crétacé. L'existence de ce paléorelief est indépendante de la présence de la faille de Vaucluse, qui, à l'E de Lagnes met en contact le Miocène et les calcaires néocomiens. Dans le lacet de la route de Lagnes à Cabrières d'Avignon, une belle brèche de faille s'observe dans ces calcaires ; elle est directement plaquée par les sables marneux helvétiques. Il s'agit probablement alors d'un rejeu post-miocène de l'accident, comme en règle générale dans toute la région comprise entre Vénasque et Lagnes.

Paragraphe 3 : L'Helvétien du bassin de Carpentras

=====

Les "safres" helvétiques forment le substratum de tout le bassin de Carpentras et en constituent toutes les collines.

L'étage se présente sous forme de sables jaunâtres, plus ou moins marneux, plus ou moins grésifiés, localement un peu grossiers ou un peu zoogènes. Ils constituent une formation monotone,

donnant des reliefs mous, mais variés dans le détail. Leur épaisseur totale, limitée par l'érosion, est difficile à estimer ; elle est en tout cas supérieure à 350 mètres, probablement de l'ordre de 450 à 500 m. On peut les appeler "sables et grès stériles de Carpentras", ainsi que je l'avais fait pour les formations comparables du bassin de Valréas. Mais dans le bassin de Carpentras, ils ont une extension verticale plus grande, puisqu'ils apparaissent souvent à la base de l'étage et qu'ils peuvent même envahir le Burdigalien. Ainsi est-il plus commode de ne pas leur donner une dénomination stratigraphique, et de les appeler simplement "safres helvétiques" ou "safres miocènes".

Néanmoins dans ce vaste ensemble, tendent localement à se différencier deux faciès assez bien repérables, localisés dans la moitié inférieure de la formation. Examinons-les rapidement :

- a - faciès marneux ou marno-sableux

Le premier tend vers un pôle argilo-marneux analogue aux marnes de Faucon et, comme elles, ne se rencontre bien caractérisé qu'à la base de la formation. Ce faciès est bien net dans la région de Saint-Didier, où il est même exploité dans deux carrières (colline Pied Bricon entre Pernes et Saint-Didier) : c'est une argile marneuse plastique, peu sableuse, peu micacée, azoïque, gris bleu ou jaunâtre par altération ; son épaisseur, difficile à estimer serait de 50 à 100 m. L'étude des passages latéraux nous a montré en réalité, au paragraphe précédent, que la sédimentation de ces faciès marneux avait commencé dès le Burdigalien ; elle ne fait que se poursuivre pendant une partie plus ou moins grande de l'Helvétien inférieur. Aucune limite sur le terrain ne peut alors être établie entre les deux étages.

On retrouve, moins caractérisé, le faciès marneux de la base du Miocène vers Crillon-le-Brave, Caromb, et Vacqueyras : ce sont plutôt des marnes sableuses ou des sables marneux, gris bleu, plus ou moins micacés.

Ailleurs, ce sont des sables jaunes peu marneux, plus ou moins grésifiés, que l'on observe dès la base du Miocène : ainsi vers Beaumes-de-Venise, Saint Hippolyte-le-Graveyron, Malemort, Lagnes, etc ... Comme dans le bassin de Mollans, il y a donc seulement, au milieu d'un ensablement à la fois général et précoce de toute la région, une tendance locale à l'envasement. Cet envasement n'est pas lié à une plus grande profondeur du fond marin, mais à un régime plus calme des conditions de dépôt : absence locale de venues détritiques, anse ou baie abritée etc ... (cf nos vasières littorales actuelles).

- b - faciès de grès molassique plus ou moins zoogène

Un autre faciès lithologique qui se différencie par place au sein des sables gréseux helvétiques est celui d'un grès molassique à tendance zoogène et hétérogène. Son type peut en être pris sur le flanc S de la colline Saint-Donat, entre Carpentras et Saint-Didier, dans les escarpements en contre-bas du point coté 215,8 : la coupe est la suivante :

- au sommet : safre jaune ou jaune verdâtre, banal, azoïque, irrégulièrement grésifiés ; sur 40 m ;
- grès molassique irrégulier plus consolidé, jaunâtre, à passées zoogènes ; débris de fossiles ; 10 m ;
- sable cohérent, fin, plus ou moins marneux, jaune ou gris (sur 30 m) ; de l'autre côté de la vallée de la Nesque la base de la formation (sur 100 m) est constituée par les marnes bleues sableuses de Saint-Didier.

Le banc intermédiaire livre par place des bryozoaires, surtout des colonies globuleuses roulées ; des pectinidés, rarement entiers : Chl. gentoni FONT., Chl. multistriata POLI, quelques moules ou empreintes de lamellibranches dont Cardita cf michaudi TOURN. ; des dents de poissons. C'est le faciès des grès molassiques de Grignan du bassin de Valréas que nous avons rencontré aussi dans le bassin de Faucon.

On retrouve un faciès analogue vers Beaumes-de-Venise. Coupe N-S au niveau de la partie W du village :

- 6 - safre jaune gréseux banal (emplacement du village et colline Le-chemin-de-Beaumes, entre Beaumes et Aubignan) sur 150 m ;
- 5 - grès jaune à petits galets ; texture vacuolaire, hétérogène à tâches roussâtres et localement un peu zoogène 20 m ;
- 4 - safre jaune, assez grossier par place, avec des passées à petits galets marneux 80 m ;
- 3 - lentille de grès molassique zoogène à débris de fossiles 4 m ;
- 2 - safre fin, jaune, un peu marneux 100 m ;
- 1 - molasse burdigalienne 40 m.

Le banc 3 livre quelques débris de bryozoaires et de pectinidés. La coupe évoque celle près de Faucon (voir FIG. 32).

Le banc 5 passe rapidement vers l'E à un conglomérat, peu épais (8 m), à petits galets de silex roux, de même que le banc 3 (4 m). Ils disparaissent un peu plus loin. Vers l'W du village une autre lentille gréseuse à tendance zoogène apparaît au-dessus du banc 5, semblant le relayer localement.

Entre Beaumes et Vacqueyras, la ravine des Crottes donne la coupe suivante :

- 5 - safre jaune gréseux (sur 15 m) ;
- 4 - marnes sableuses gris-bleu, micacées, à petits cristaux de gypse en baguette (10 m) ;
- 3 - grès roussâtre calcaireux à petits galets et à rares débris de fossiles (1,5 m) ;
- 2 - marnes sableuses fines, stratifiées, gris-bleu, micacées plus sableuses dans le haut (13 m) ;
- 1 - alternance de marnes bleues sableuses et de molasse calcaire dure (6-8 m) ; zone de passage avec le Burdigalien.

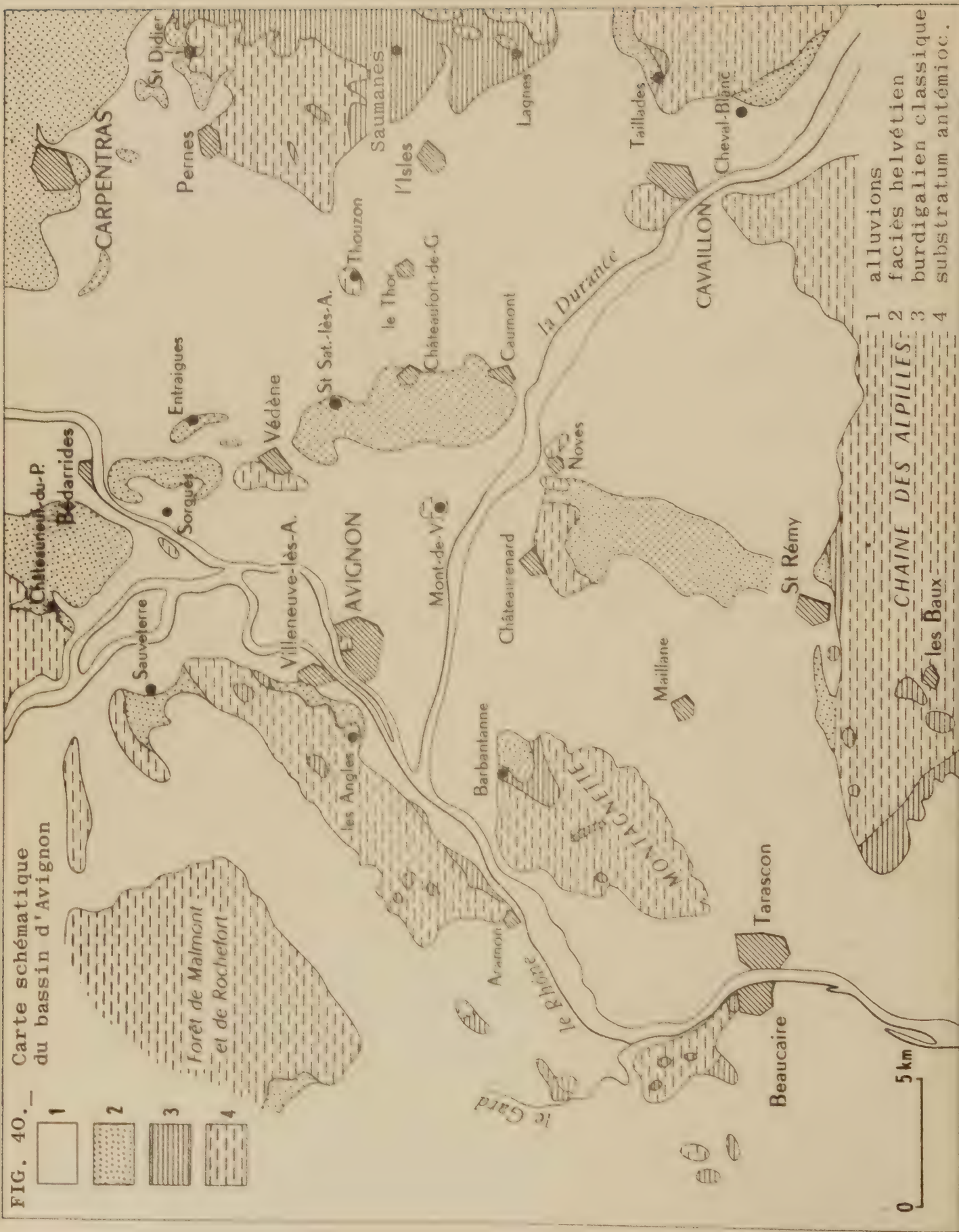
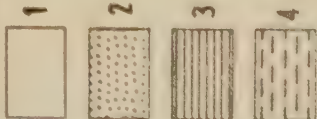
Les cristaux de gypse du niveau 4 proviennent probablement du lessivage du Trias situé au NE de Beaumes (Trias diapir de Suzette) au contact duquel arrive le Miocène.

Quant au banc 3, il est l'homologue de ceux cités précédemment et de celui de la colline St Donat en particulier. Ils ont les mêmes caractères, la même faune et la même position stratigraphique que les grès molassiques rencontrés dans le bassin de Faucon - Mollans - Malaucène et que ceux de Venterol, Rousset, Montbrison etc ... En conséquence, bien que ne formant pas un niveau, mais bien plutôt des lentilles locales, on peut les considérer comme les homologues des grès molassiques de Grignan, et leur fixer un âge helvétique inférieur.

Je n'ai pas retrouvé ailleurs de faciès qui leur soit comparable. De même, je n'ai pas remarqué, plus haut dans l'étage, de sables grossiers analogues à ceux de Moulin à Vent de Visan, comme c'était le cas dans la région de Faucon ou de Vaison.

Il reste néanmoins à examiner le problème de l'existence possible de formations tortoniennes. Nulle part, pas même vers le centre du bassin (Sarrians, Lorient) n'existent de marnes fossilifères à faune tortonienne. On n'observe que des sables jaunes azoïques dépourvus même de toute microfaune. Il n'est pas possible de savoir si la partie supérieure de ces sables est encore helvétique, ou si, étant donné l'épaisseur assez forte du Miocène dans ce secteur (probablement 500 m), elle correspond déjà au Tortonien. Ce dernier pourrait en effet, comme nous avons vu que c'était par exemple le cas dans le Bas-Dauphiné, être représenté sous un même faciès sablo-gréseux, réalisant ainsi une série compréhensive "Vindobonienne".

FIG. 40. —
Carte schématique
du bassin d'Avignon



1 alluvions
2 faciès helvétique
3 burdigalien classique
4 substratum antémio.

CHAÎNE DES ALPILLES

LE BASSIN D'AVIGNON PROPREMENT DIT
=====

Le bassin d'Avignon, tel que je l'entends dans ce chapitre, est limité au N par la région d'Orange, à l'E par la plaine de la Sorgue à Cavaillon, au S par les Alpilles (y compris), à l'W par les reliefs crétacés du Gard. C'est une région aux 3/4 remplie d'alluvions quaternaires (plaine du Comtat) (voir carte FIG. 40). Il en émerge trois types de collines : des plates-formes crétacées, vieilles et arasées, plaquées ou bordées d'un peu de terrains miocènes (La Montagnette, le plateau des Angles, le plateau de Châteauneuf du Pape, les collines de Beaucaire, de Châteaurenard, de Caumont, de Thouzon, de Védène, etc ...) ; des collines de Miocène (plateau de la petite Crau), de Châteauneuf de Gadagne, de Bédarrides) ; enfin la chaîne des Alpilles, plissée E-W, de tectonique essentielle post-miocène par rejeu.

J'examinerai d'abord les quelques témoins de molasse calcaire burdigalienne qui sont, à part ceux des Alpilles, d'extension très localisée. Il est indispensable d'étudier en même temps les formes d'érosion et de sédimentation qui leur sont contemporaines et qui les accompagnent fréquemment dans ces sites géologiques. Elles sont d'un haut intérêt pour la compréhension des faits stratigraphiques. Je passerai ensuite en revue les formations de l'Helvétien ou du moins de faciès helvétien, quelquefois bien fossilifères.

Paragraphe 1 : Le Burdigalien : ses dépôts molassiques locaux et ses
=====

modes d'érosion et d'envasement
=====

- 1 - Généralités ; le lambeau de Védène

La colline crétacée de Védène est située à 8 km ENE d'Avignon. Elle est constituée par des calcaires du Crétacé inférieur

formant un très ancien relief. Comme tous ceux de la plaine d'Avignon, ces reliefs ont subi une longue période d'érosion continentale, pratiquement ininterrompue depuis l'Albien jusqu'au Miocène. A leur surface subsistent très localement, des placages de brèches calcaires d'origine non tectonique, ou de marnes, d'âge oligocène, qui feront l'objet d'une étude ultérieure. Quoiqu'il en soit ces vieux massifs crétacés formaient des reliefs notables dans le fond de la mer miocène. Nous allons voir qu'ils conditionnent et répartissent de manière frappante les dépôts de la base du Miocène.

Au SW du village de Védène, sur le bord N du tournant de la route du Pontet, se localise un des rares lambeaux de molasse burdigalienne de la plaine du Comtat. Il est situé exactement sur la bordure E de la future déviation de la R.N. 7 dont les travaux de déblaiement m'ont permis de bien étudier les limites du gisement. Il correspond à une dépression brusque du substratum crétacé, limité vers l'W de façon rectiligne. Il s'agit d'une sorte de cuvette à la structure de laquelle s'ajoute peut-être quelque accident tectonique local. Le gisement avait déjà été signalé par Pellat en 1896, mais figure sous la notation m^3a , helvétien inférieur, sur la feuille Avignon au 80 000 ème. Sur une surface d'environ 2 hectares, on observe un calcaire tendre, finement gréseux, gris clair à jaunâtre. Il se délite facilement. Il renferme des débris de fossiles, surtout localisés en minces bancs ou lentilles zoogènes, plus résistantes, se débitant en dalles (muret le long de la route). L'épaisseur de la formation n'est visible que sur 2,5m; elle ne doit pas de toute façon dépasser 10 mètres.

La faune est assez riche. Outre des lithothamniées et d'assez nombreux bryozoaires, elle m'a livré : Chlamys praescabriuscula FONT. abondant, Chl. radians NYST., Chl. multistriata POLI., Chl. tournali DE S., Pecten subbenedictus FONT., débris d'Ostrea cf offreti et Ostrea sp., radioles de Cidaris, Echinolampas hemisphericus AGAS., débris de Clypeaster.

On ne retrouve pas, à ma connaissance, de formations classiques burdigaliennes en d'autre point de la colline de Védène.

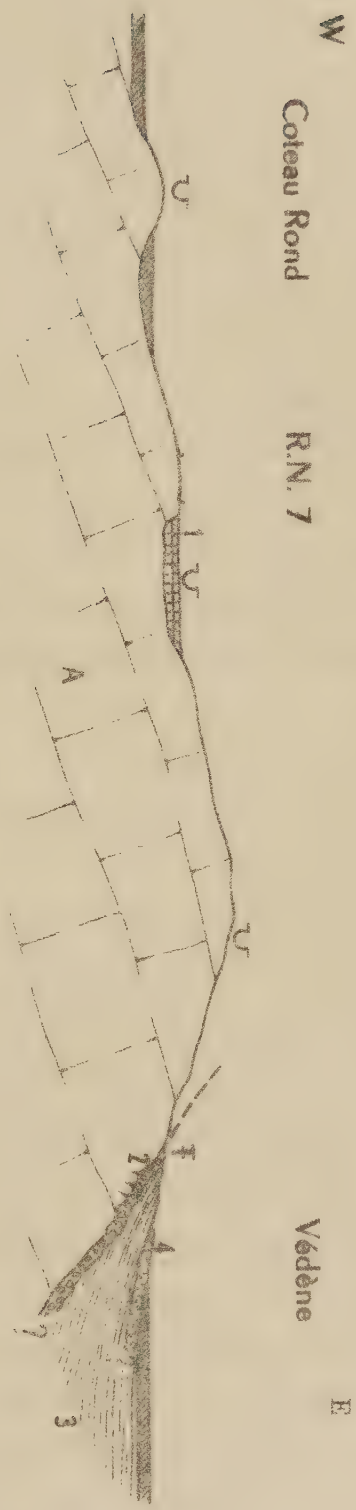


FIG. 41. Coupe de la colline de Vedène.

- 1 molasse calcaire fossilifère
- 2 surface perforée et conglomérat verdi
- 3 marne bleue
- 4 grès roux du Comtat

Par contre, sur la pente qui borde la partie E du massif crétacé, le long de la rue inférieure du village, orientée NE-SW, s'observe, reposant sur le calcaire crétacé érodé, un conglomérat molassique, épais de 0,2 à 0,5 m. Ses éléments sont des blocs mal roulés de calcaire crétacé local, verdis de glauconie et d'assez grosse taille. Le ciment est peu zoogène. Ce conglomérat est immédiatement surmonté par une marne gris bleu, peu sableuse, livrant quelques fossiles ; nous la retrouverons dans d'autres régions du bassin d'Avignon, et elle fera l'objet plus loin d'une étude monographique particulière (marnes bleues de Caumont). Ainsi donc, comme dans les bassins de Faucon et de Carpentras, la sédimentation au Burdigalien a pu s'opérer sous des formes bien différentes suivant les conditions paléo-topographiques; dépôt de molasse calcaire à faune burdigalienne classique à la surface du haut-fond calcaire, dépôt conglomératique et marneux sur la pente bordière de ce haut-fond.

A 16 km à l'E d'Avignon, ressort seule au milieu de la plaine, une autre colline de calcaire crétacé : c'est l'"îlot de Thouzou" situé à 1,2 km N du Thor ; son altitude est aussi modeste, son relief aussi usé. En un point de sa partie SE subsiste un minuscule lambeau de molasse burdigalienne. Peut-être même ne s'agit il que de blocs apportés ; néanmoins leur localisation, leur aspect homogène, le voisinage de traces locales d'abrasion marine plaide en faveur de leur présence autochtone. Je n'ai observé nulle part de conglomérat verdi ni de marne bleue.

Je n'ai pas retrouvé de lambeaux de Burdigalien molassique sur les affleurements de Crétacé suivants : la colline du Mont-Saint-Jacques de Cavaillon (bien que Fontannes en ait indiqué un sur la feuille Avignon, lère édition), celle du château de Mont-de-Vergues, le petit affleurement au NW de Sorgues, la colline du Jardin des Doms en Avignon, les collines et tertres de Noves et de Chateaurenard, la colline de Caumont. Ces deux dernières sont par contre partiellement entourées de marnes bleues ou de sables marneux miocènes, que nous examinerons plus loin.

- 2 - Le lambeau burdigalien au N des collines crétacées de Chateauneuf-du-Pape

Entre les abords mêmes d'Orange et ceux d'Avignon, n'existe actuellement aucun lambeau reconnu de formation burdigalienne molassique. Celui indiqué sur la feuille Orange au 80 000 e, à 3 km au S de la ville, sur la partie E de la colline (cotée 58 m) de la ferme Clavin, est un faciès gréseux à rattacher à l'Helvétien (voir plus loin). L'affleurement le plus méridional de molasse sûrement burdigalienne est donc celui qui borde la R.N. 576 à 4 km au N d'Orange, près du domaine de Coucourdon.

Par contre, j'ai découvert, à 2 km NW de Chateauneuf-du-Pape, près du domaine Maucoil, un affleurement de molasse calcaire fossilifère qui n'avait jamais été cité. On l'observe dans les talus du chemin à l'entrée même des bâtiments. C'est une molasse de teinte beige, par place dure et assez calcaire, par place, surtout à la base, plus meuble et plus gréseuse ; on l'observe sur 3 m d'épaisseur seulement, et sur un espace limité. Dans le banc dur on peut recueillir quelques fossiles, mais difficiles à déterminer : moules internes de lamellibranches, débris de Chlamys multistriata POLI., Chl. cf praescabriuscula FONT., Chl. cf radians NYST., Chl. cf tournali DE S., Ostrea sp., empreintes de gastéropodes (Turritella, Natica, etc ...).

Cette molasse, de faciès et de faune burdigalienne, est surmontée par une trentaine de mètres de sables gréseux jaunes de faciès helvétien formant le tertre du Mont-Redon (117 m). Ceux-ci reposent directement sur l'extrémité E du plateau crétacé de Lampourdier, la molasse burdigalienne de Maucoil venant à disparaître dès avant son contact avec le Crétacé.

Malgré sa localisation très restreinte et sa faune ingrate, ce lambeau de Burdigalien molassique forme un relai très intéressant en direction des affleurements du plateau des Angles.

- 3 - Les lambeaux de molasse burdigalienne sur le plateau des Angles

Le plateau des Angles est une longue plateforme de calcaire s'étendant à l'W d'Avignon. Elle est séparée, au NW, des massifs crétacés du Gard (forêts de Malmont, de Tavel et de Rochefort) par le graben de Pujaut rempli de Pliocène.

Les failles qui limitent ce graben (grande faille de Nîmes, failles de Pujaut) sont antemiocènes (travail en cours) ; elles ont pu rejouer localement après le Miocène. De toute façon le remplissage par le Plaisancien s'est essentiellement réalisé grâce au déblaiement préalable des assises miocènes.

La preuve la plus convaincante en est que ce plateau crétacé formait au Miocène un haut-fond tabulaire, disposition qui va une fois de plus nous faire assister à une répartition tout à fait spectaculaire des faciès de base du Miocène. On rencontre, en effet, en plusieurs points de la surface du plateau, des lambeaux souvent importants de molasse burdigalienne classique, calcaire, zoogène et fossilifère. Par contre, autour du plateau, en contre-bas, règnent immédiatement des sédiments vaseux ou sableux, les rebords du paléorelief étant marqués de phénomènes d'érosion importants.

Un premier affleurement molassique s'observe dans la dépression du Mas des Carles (voir carte FIG. 40). Il s'agit en effet, comme à Védène, d'une sorte de cuvette à la surface du plateau crétacé, où ont pu être conservés les dépôts molassiques burdigaliens. Les anciennes carrières, à ciel ouvert ou souterraines, montrent sur une épaisseur de 13 à 18 mètres, un calcaire grossier vacuolaire, zoogène, beige ou jaunâtre. Il est assez variable d'aspect, souvent gréseux par place, ou à bancs plus tendres et non zoogènes. Les débris de fossiles sont nombreux mais roulés ou brisés et difficiles à dégager. On remarque surtout l'abondance des colonies de nullipores, celles roulées de gros bryozoaires (en particulier de Celleporidae), ainsi que notamment Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, Pecten subbene-

dictus FONT., Chlamys subholgeri FONT., Ostrea sp., très rares moules de lamellibranches et de gastéropodes, Echinolampas, radioles de Cidaris etc ...

Une autre cuvette miocène, dite des Carrières, est d'étude plus intéressante. Elle est située à environ 2 km NW du village des Angles, nom sous lequel le gisement est décrit. Le Burdigalien y est d'abord représenté par un calcaire zoogène dur, de teinte très claire, épais de 10 à 12 m, peu fossilifère : il est surtout constitué de petits débris de lithothamniées, de bryozoaires, et de fragments de coquilles. Il était activement exploité pour pierre de taille. Il est surmonté par quelques mètres de marnes calcaires tendres, dont la nature lithologique est intermédiaire entre les marnes calcaires de Salles et les marnes bleues du type Faucon, et dont le faciès paraît propre au gisement. Le passage vertical entre le calcaire molassique et les marnes est rapide mais progressif. Leur couleur est gris, gris-verdâtre, gris-bleu. Elles renferment des galets verdis. Cette formation est très fossilifère, les fossiles sont peu roulés et faciles à dégager. La faune de cette station a déjà été décrite par D. Mongin (1946). Je citerai principalement : Chl. praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, Chl. angelonii MEN., Chl. radians NYST., Pecten subbenedictus DESH., P. paulensis FONT., Ostrea, Echinolampas, radioles de Cidaris, Teredo, dents de Lamnides, Hinnites. Ces dernières formes sont fréquentes; aussi parle-t-on souvent des "marnes à Hinnites des Angles". Cette faune forme transition entre celle classique du Burdigalien molassique et celle des faciès marneux de la base du Miocène (voir plus loin marnes de Caumont); lithologiquement et stratigraphiquement il en est d'ailleurs de même. Les marnes calcaires sont en effet recouvertes, au centre d'une dépression un peu plus profonde située dans la moitié NE de la cuvette, par des sables marneux fins, jaunâtres, marquant le début de la sédimentation helvétique (voir FIG. 42).

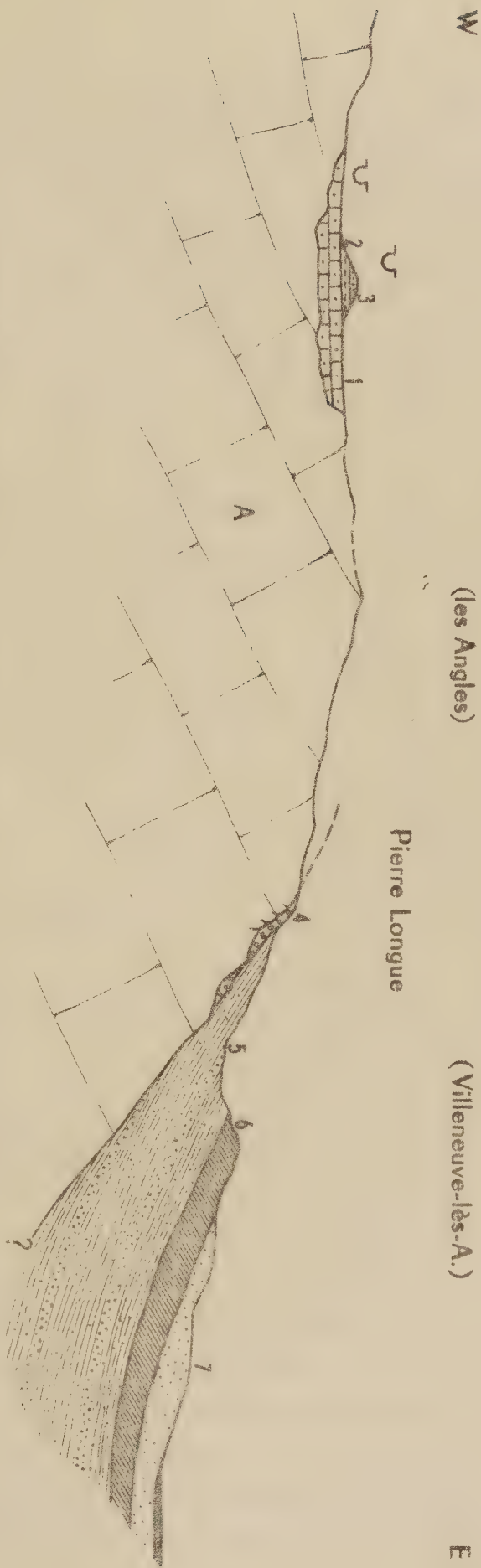


FIG. 42. — Coupe sur le rebord oriental du plateau des Angles.

- 1 molasse calcaire burdigalienne
- 2 marnes blanches à Hininites du Burdigalien sup.
- 3 sable marneux Helvétien inférieur
- 4 conglomérat de Pierre-Longue
- 5 marne bleue sableuse Burdigalien-Helvétien inf.
- 6 grès roux du Comtat, toit de l'Helvétien inf.
- 7 safres de l'Helvétien moyen

Ailleurs sur le plateau subsistent d'autres lambeaux de molasse burdigalienne, mais très réduits. Ils occupent la plupart des parties basses. L'un d'eux, à 2 km N de Saint-Pierre du Tertre (Grange Dève) recouvre un lambeau de calcaire lacustre attribué au Lutétien : c'est une molasse un peu plus détritique, peu zoogène, avec quelques galets verdis. Celui indiqué sur la feuille Avignon au 80 000e à la sortie NW des Angles ne consiste qu'en quelques pierre volantes ; on ne peut juger de son extension qui doit être très réduite.

Un autre type de gisements burdigaliens s'observe sur le rebord SW du massif crétacé. Passons les rapidement en revue. Celui situé à l'extrémité N de la colline Cabrion est constitué de molasse à bancs zoogènes conglomératiques : plaquée contre le relief calcaire érodé, elle est peu épaisse et surmontée de suite par les sables marneux jaunes ou bleutés "de faciès helvétique". Elle diminue d'épaisseur en direction du SW et passe à un conglomérat molassique à gros blocs verdis. Ce conglomérat est très bien développé en quelques points du coteau de Pierre-Longue ("conglomérat verti de Pierre-Longue"), à 200 m au N du point 38,6. Il avait déjà été cité par Pellat (1896). C'est une formation tout à fait représentative des conditions de sédimentation qui régnaient sur les pentes rocheuses sous-marines au Miocène inférieur. Il est en tous points comparable au conglomérat de Bel Air près de Mollans. Son épaisseur qui varie de 0 à 1 m, est irrégulière, et fonction des irrégularités du substratum calcaire ; l'érosion quaternaire a déblayé ces blocs de conglomérat, elle laisse à jour de vastes surfaces rocheuses arasées et perforées, dont certaines sont spectaculaires. Les galets et les blocs du conglomérat proviennent des calcaires locaux ; ils sont peu roulés, patinés de glauconie, de taille variant du centimètre à 30 à 40 cm. Le liant est molassique et contient, en moules internes, une faune très riche, quoique difficile à extraire. Elle a fait l'objet d'une bonne étude monographique par Depérét (1896). Son cachet, assez nouveau, est surtout saxicole ; son âge est miocène, sans

qu'on puisse préciser s'il est plutôt burdigalien qu'helvétien. La question du reste importe peu : nous avons déjà vu, et verrons encore, qu'au début du Miocène les conditions de dépôt des sédiments régissent autant les caractères de la faune que ne le font les lois de leur évolution chronologique propre. Trois faunes possibles ont pu ainsi coexister : une faune classique de milieu calcaire et zoogène (faciès de molasse calcaire), une faune, rare et banale, de milieu vaseux (marne bleue plus ou moins sableuse du type Faucon), une faune saxicole de côte rocheuse (conglomérat verdi des pentes rocheuses du type Pierre-Longue ou Bel Air). Cette faune saxicole renferme ici principalement : Aturia aturi BAST., Cypraea, Trivia, Erato laevis DONOV., Triton affine DESH., Trochus variés, Chlamys gr. opercularis L., Lima squamosa LMK., Cardita michaudi TOURN., autres lamellibranches, Cidaris avenionensis DESM., Psammechinus monilis DESM.

On suit peu de temps vers le SW l'affleurement du conglomérat verdi de Pierre-Longue ; il disparaît latéralement, au contact du Crétacé ; en contre-bas prédomine l'envasement marneux ou sablo-marneux (voir coupe FIG. 42).

En contre-bas SW du village des Angles, on note la coupe suivante :

- 4 - marnes sableuses et sables marneux gris bleutés ou gris-jaunâtres - 11 m ;
- 3 - grès molassiques verdâtres ou jaunâtres ; 8 m ;
- 2 - marnes sableuses gris-bleu cohérentes - 13 m ;
- 1 - grès molassiques verdâtres glauconieux plus sableux à la base - sur 6 m .

Le niveau 4 est attribuable à l'Helvétien inférieur ; il vient au niveau du plateau même ; il correspond à celui subsistant à altitude à peu près égale, sur le Burdigalien des Carrières des Angles. Les niveaux inférieurs, représentant le Burdigalien, témoignent de l'intercalation des faciès de marne bleue dans ceux de molasse gréseuse classique. Ces derniers évoquent le faciès de Saint-Restitut ; nous les retrouverons à Courthezon, à Sernhac,

et sous la Costière de Nîmes. Leur reconnaissance est importante car ils sont un des rares témoins de la sédimentation burdigalienne en dehors des zones de plate-forme, et qu'un léger gauchissement post-miocène a pu rehausser au-dessus du niveau de la plaine quaternaire actuelle. Dans la Costière de Nîmes nous retrouverons pareille intercalation de molasse verdâtre et de marne bleue dans la zone bordière limitant la zone de plate-forme de la zone de bas fond.

L'ensemble de ces assises est sub-horizontale, et se bute latéralement contre la pente des calcaires crétacés. Ceux-ci, dans le village même ainsi qu'en contre-bas, à côté de la ferme près du point coté 17,9, montre une surface rocheuse érodée et perforée avec quelques blocs verdis.

En direction du NW vers Pont-d'Avignon ces assises s'abaissent progressivement, le niveau de grès molassiques n°3 venant finalement s'enfoncer sous la plaine. Dans les affleurements qui la dominent alors de quelques mètres seulement, le long de la petite route menant aux Angles par la base de la colline, on note dans ce banc la présence de quelques débris de fossiles, quelquefois assez nombreux mais malheureusement indéterminables.

On doit retenir de ces faits, qui sont particulièrement nets, l'enseignement suivant : dans les cas où une série transgressive envahit un bassin lithologiquement et structuralement complexe, le stratigraphe doit s'attacher à reconstituer quelles étaient les variations latérales dans les conditions de dépôt, bien plus qu'à rechercher de conventionnelles superpositions de niveaux ou d'étages.

Plus au S, on retrouve un petit lambeau de Burdigalien, en haut de la montée du château des Essarts, à la cote 40 à 50 m. Il repose également sur la pente du haut-fond crétacé. C'est d'abord, sur les irrégularités du substratum calcaire, un conglomérat molassique à galets verdis, épais de 0,5 à 1,8 m. Au-dessus on note 3 à 5 m de molasse calcaire gréseuse, sèche, grisâtre, à galets verdis, colonies de nullipores et débris de fossiles. On

peut y déterminer aussi Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, Echinolampas, bryozoaires.

Encore plus au S, au lieu-dit Lavernède subsiste un lambeau plus important. C'est, sur 2 à 3 m, et sur une longueur de quelques centaines de mètres, une molasse calcaire grisâtre zoogène, très fossilifère, analogue à celle de Védène. La base, contenant des galets verdis, repose sur la pente arasée du substratum (calcaire crétacé et brèche aquitanienne). La faune renferme principalement : Chl. praescabriuscula FONT., Chlamys latissima BROCCCHI, Pecten ziziniæ BROCCCHI, Anomia sp., Ostrea sp., Echinolampas scutiformis LESK., radioles de Cidaris, bryozoaires nombreux.

Encore plus au S, à Saint Pierre du Tertre, on retrouve un vaste affleurement de même faciès et de même position que le précédent, livrant la même faune. Il repose en discordance sur des brèches calcaires, très développées que je considère comme aquitaniennes (travail en cours). Même chose à 400 m au NE d'Aramon.

- 4 - Les lambeaux de molasse burdigalienne sur le plateau de la Montagnette

Le Miocène occupe une surface importante au NE de la Montagnette, dans la région de Barbentane. Il correspond à un golfe bien marqué du massif crétacé.

Une molasse burdigalienne classique ceinture, à la périphérie, le contact Miocène - Substratum. Néanmoins, au S immédiat du village, un petit relief crétacé, actuellement relié au massif lui-même grâce à l'érosion quaternaire, ressort au milieu des affleurements miocènes. Elle n'est bordée de molasse burdigalienne que sur sa pente N, le reste étant directement recouvert par des faciès gréseux et molassiques helvétiques.

Une bonne coupe peut être relevée à la sortie SW du village (route de Saint-Michel de Frigolet) :

- 6 - grès jaune molassique à grands bryozoaires, irrégulièrement durci, à stratification entrecroisée, 10 m ;

- 5 - grès jaune molassique azoïque, 3 m ;
base de l'Helvétien ;
- 4 - banc de marne gris-jaune, 0,3 m ;
- 3 - molasse grise calcareo-gréseuse, plus ou moins zoogène et fossilifère (débris de pectinidés et de bryozoaires), 8 m ;
- 2 - molasse zoogène grossière assez gréseuse, plus calcaire à la base, avec quelques galets verdis, très fossilifère, 3 m ;
- 1 - conglomérat molassique à galets et blocs verdis ;
Substratum crétacé érodé.

Le banc marneux semble correspondre en ce point au toit du Burdigalien classique. Le niveau 2 renferme la faune suivante : Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. tournali DE S., Pecten cf subbenedictus FONT., Pecten ziziniæ BROCCHI, Scutella paulensis AGASS., Echinolampas himesphericus LESK., bryozoaires, dents de poissons.

En direction du haut-fond constitué par la petite colline crétacée, les bancs 1, 2 et 3 passent latéralement à un conglomérat à gros blocs verdis tandis que la pente du substratum devient à la fois plus forte et plus arasée.

Tout le secteur SW des affleurements burdigaliens (Mas de Roch) est recouvert d'un limon qui empêche les observations. Vers le SE (Les Carrières), même faciès molassique zoogène burdigalien, peu épais (10 m) ; il est vite recouvert par les grès jaunes calcareux helvétiques qui furent également exploités.

Au milieu du plateau de la Montagnette, entre les Borisses et Saint Michel de Frigolet, on retrouve quelques lambeaux burdigaliens. Ils reposent sur le Crétacé arasé et perforé, ou sur des brèches aquitaniennes. Leur faciès est celui d'une marne gréseuse sèche, de teinte grise, épaisse de 5 à 6 m. Elle est peu zoogène et livre seulement par place quelques bryozoaires et des débris de Chlamys praescabriuscula FONT. Un lambeau analogue, quoique plus réduit subsiste au-dessus de Boulbon près de l'Ancien Moulin.

Sur le rebord NW de la Montagnette on retrouve quelques affleurements de molasse calcaréo-gréseuse, grisâtre, assez zoogène, par place, à faune burdigalienne. Ils offrent la même position et les mêmes caractères que ceux situés sur l'autre côté du Rhône à St Pierre du Tertre et à Lavernède. On note également la présence de poches de marnes, localement associées à des conglomérats calcaires bréchiiformes. Elles sont attribuées au Chattien-Aquitaniien (travail en cours). Leur présence confirme l'âge antemiocène du chenal passant entre les deux plateaux crétacés (chenal d'Aramon). L'existence de lambeaux bréchiques, calcaires ou marneux d'âge chattien-aquitaniien (Helix ramondi BRONGN. à la Croix-de-Courtet près d'Aramon) montre que la structure générale de la région devait même être acquise plus anciennement encore. Elle remonte à la longue période continentale Crétacé supérieur - Eocène.

Les petites collines crétacées de Chateaurenard et de Noves ne montrent pas de développement de molasse burdigalienne. Néanmoins, à 1,2 km NW de Noves s'observe un conglomérat à galets et blocs perforés et verdis, démantelés par l'érosion, reposant sur les pentes érodées et perforées du paléorelief calcaire crétacé. La colline qui s'élève au NW de Noves est en effet constituée par des calcaires compacts hauteriviens et non (comme l'indique la feuille géologique 2ème édition Avignon au 80 000e) par des safres miocènes. Les galets verdis s'observent sur le flanc W de cette colline, au-delà de l'ancienne carrière de pierre. Ces paléoreliefs, nombreux et découpés dans cette région, sont entourés de marne sableuse bleue ou de sables plus ou moins marneux jaunâtres de faciès helvétique.

Le grand développement de limons, d'alluvions ou d'éboulis gêne considérablement l'observation dans tout ce secteur.

- 5 - Les lambeaux burdigaliens sur les collines crétacées de la région de Beaucaire

Au SE des importants reliefs crétacés du plateau des Angles et de la Montagnette, s'observent encore, avant leur ennoyage sous le Pliocène du bassin de la Costière et de la Camargue,



FIG. 43. — Coupe de la colline de Théziers.

- P Pliocène marin
- P_m couches à Congéries
- 2 marnes bleues sableuses, 'Helvétien inf.
- 1 molasse calcaire burdigalienne, hétérogène à la base
- A: substratum calcaire valanginien

quelques reliefs crétacés épars : colline de Theziers, de Montfrin, de Jonquières, "massif" de Beaucaire, colline de Tarascon.

A Theziers, sur les calcaires néocomiens, on observe la coupe suivante (FIG. 43) :

- marnes bleues et grises sableuses, stratifiées ; la base alterne avec des bancs grésio-molassiques : Ostrea sp., Chlamys cf gentoni FONT. (voir plus loin), sur 6 m ;
- molasse calcaréo-gréseuse, rêche, hétérogène, de teinte grise, à passées marneuses. Galets verdis. Fossiles roulés : bryozoaires, nullipores, Chl. cf praescabriuscula FONT., 2 à 3 m ;
- molasse calcaire, compacte, beige, zoogène, grossière mais à passées fines, à stratification locale entrecroisée ; anciennement exploitée dans une carrière sur le versant E de la colline. Rares fossiles, roulés 15 m ;
- conglomérat à galets et blocs verdis, 0,5 à 1 m ; en discordance, calcaire crétacé, érodé.

Ce lambeau burdigalien, étroit d'environ 100 m et long tout au plus de 800 m repose sur le flanc NE du haut-fond crétacé de Theziers - village. Par contre, au NNE, ses assises disparaissent latéralement en direction d'un autre relief crétacé (colline St Amand), contre lequel viennent buter directement les marnes bleues sableuses de faciès helvétique (voir coupe FIG. 43). L'ensemble Crétacé - Miocène est à son tour entouré de marnes bleues plaisanciennes, à la base desquelles affleurent, tout à fait localement, les marnes inférieures à Congéries.

Le lambeau de Montfrin, à 4 km au SW, présente les mêmes caractéristiques. Sur le flanc NW d'un écueil de calcaires crétacés très redressés, repose en discordance une quinzaine de mètres de molasse calcaire dure, blanchâtre, zoogène (pendage 25° NW) peu fossilifère. L'ancienne carrière au sommet de la colline, en face de l'entrée du château, montre bien le contact. On note en particulier, sous la molasse, dépourvue de galets même à la base, un banc bréchiforme. Ce dernier semble bien situé dans la masse

même des calcaires crétacés. Il n'est donc pas à rattacher à l'Aquitanién mais doit être considéré comme une brèche de faille, l'âge de cette dernière étant antémiocène du fait de son recouvrement par la molasse.

Le massif crétacé, d'une surface d'une quinzaine de km², qui s'étend au NW de Beaucaire, comporte plusieurs petits sommets au relief triangulaire bien marqués. Ils sont souvent coiffés par quelques mètres de molasse burdigalienne. Le faciès de celle-ci est classique : molasse calcaire à passées zoogènes, peu fossilifère ; plus verdâtre et pourvue quelquefois de galets verdis à la base. Sur le bord du relief crétacé vers Beaucaire, entre les routes de Réroulins et de Nîmes, un lambeau plus important de molasse montre les mêmes caractères.

Par contre, à l'W de Beaucaire -célèbre également pour sa diligence- affleure, avec une extension beaucoup plus large, une formation plus calcaire, plus blanche et plus épaisse. C'est le "calcaire de Beaucaire" épais de 25 à 30 mètres, pratiquement dépourvu de fraction détritique argileuse ou sableuse ; il est zoogène, bien que ne renfermant guère de macro-fossiles. Cette belle roche, convenant parfaitement à la pierre de taille, fait encore actuellement l'objet d'une intense exploitation. C'est un des pôles les plus calcaires de la molasse burdigalienne du bassin rhodanien (cf. calcaire de St Paul-Trois-Châteaux ; Les Angles inférieur ; voir plus loin calcaire des Baux et de Fonvieille ; de Ménerbes). La formation s'adosse à la bordure SW du massif crétacé de Beaucaire, et est à son tour vite entourée par les marnes bleues de faciès helvétique. Mais l'ensemble est rapidement recouvert par les alluvions quaternaires du Bas-Rhône. Sous ces dernières, on retrouve le calcaire de Beaucaire à 2 km S de Jonquières (anciennes carrières) ainsi qu'à 1 km W du village. Plus loin vers le S et le SW nous ne retrouverons le Burdigalien et plus généralement le Miocène que grâce aux sondages de la Costières et de la Camargue.

- 6 - Le Burdigalien aux environs de Rémoulins

La basse vallée de l'Alzon, affluent N du Gard, correspond à une vieille structure antemiocène, de direction WNW - ESE creusée dans les massifs urgoniens du département du Gard. Elle sépare au NE le plateau crétacé de Vallignières (forêts de Saint-Victor, de Malmont et de Rochefort), et au SW celui de Poulx, lequel s'étend jusqu'à Nîmes et au-delà. Ces vastes plateaux calcaires sont brusquement limités au SE par la grande faille de Nîmes, d'âge principal antemiocène, longue d'une soixantaine de kilomètres, responsable de la zone effondrée du Bas-Rhône.

Dans cette sorte de ria ou de détroit sous-marin qui s'étend de Rémoulins à Uzès, le Miocène est bien représenté. Ses affleurements occidentaux seront examinés à propos de l'étude de la série stratigraphique du bassin d'Uzès (voir plus loin).

A la sortie SW de Rémoulins, sur la rive droite du Gard, s'observe près des carrefours des routes d'Uzès à Nîmes et d'Avignon - Rémoulins à Beaucaire, une molasse dure recouvrant la pente E du paléorelief crétacé. C'est une molasse calcaréo-gréseuse, homogène, fine, de couleur crème ; elle est peu ou finement zoogène, azoïque. Cet affleurement n'est pas indiqué sur la feuille géologique Avignon au 80 000e. Son épaisseur est d'une vingtaine de mètres. Elle s'ennoye progressivement vers le S, en direction de Sernhac, sous des marnes sableuses de faciès helvétique. On relève alors la coupe suivante près du village :

- 1 - au sommet, grès roux molassique du Comtat, 10 à 15 m ;
- 2 - marnes bleues sableuses à lits gréseux zoogènes à profusion de grands bryozoaires (voir plus loin), 12-15 m ;
- 3 - alternances de marnes bleues sableuses et de molasse gréseuse verdâtre ; bryozoaires, 30-40 m ;
- 4 - molasse gréseuse verdâtre, 10 m ;
- 5 - molasse calcaréo-gréseuse, 12 -15 m.

Le niveau 3 représente la limite Burdigalien-Helvétique ou la base de l'Helvétien inférieur (nombreuses Ostrea crassissima LMK). Les niveaux 4 et 5 représentent le Burdigalien devenu plus gréseux.

Au N de Rémoulins, les éboulis, les limons et les alluvions masquent le substratum miocène de la vallée. Les affleurements marqués, aux environs de l'Aqueduc romain dit Pont du Gard sous la notation m^2b (= molasse calcaire burdigalienne) sur la feuille géologique Avignon au 80 000e, sont ceux, démantelés, d'un faciès lithologiquement différent. Il s'agit d'une molasse gréseuse vacuolaire roussâtre, très grossière, à gros débris zoogènes : nous la retrouverons, dans un chapitre ultérieur, définie sous le nom de molasse roussâtre de Castillon-du-Gard. Sa position stratigraphique et sa faune lui donnent un âge helvétien inférieur. Par contre, en certains points sous cette formation, affleure une molasse calcaréo-gréseuse, rêche, grise, délitée, que je considère comme l'équivalent du Burdigalien classique. On observe bien cette dernière dans la tranchée du chemin-de-fer à 1,8 km SE de Vers, au moment où celui-ci s'écarte de la route nationale, peu avant la bifurcation de la petite route de Vers. Ce faciès, peu zoogène, visible sur 3 mètres, livre quelques fossiles : Chlamys cf praescabriuscula FONT., Chl. radians NYST., Chlamys sp., Ostrea sp., bryozoaires. On la retrouve entre Vers et Collias dans un renfoncement du relief crétacé.

Ailleurs, on observe, sous la molasse rousse de Castillon, une marne, plus ou moins sableuse, à bancs gréseux qui repose directement sur la pente des calcaires urgoniens et que je considère comme d'âge burdigalien + helvétien inférieur.

Dans cette sorte de goulet Uzès - Rémoulins, le Burdigalien ne se différencie donc que localement sous son faciès classique molassique, la sédimentation étant en général gréseuse ou marno-gréseuse. On retrouvera pourtant, en lambeaux sur les plateaux, et surtout dans le bassin d'Uzès, un Burdigalien classique, épais et fossilifère.

- 7 - Le Burdigalien des Alpilles

Les Alpilles sont un chaînon orienté E-W, constitué de terrain jurassique, crétacé, éocène et miocène. Une première phase tectonique, antemiocène, l'a soulevé, fracturé et compartimenté.

Une seconde, post-miocène, plus faible, a bombé l'ensemble, portant le Burdigalien à 236 m au Mont Valence, avec rejeu local des fractures.

Sur la bordure N des Alpilles, de part et d'autre de la cité romaine de Glanum, au S de Saint-Rémy-de-Provence, la molasse burdigalienne affleure sur une longueur de plus de 5 km. Non loin des fouilles à la faveur des anciennes carrières à ciel ouvert ou souterraines, on relève la coupe suivante :

- sables marneux gris jaunâtres ou gris bleuâtres helvétiques.
- molasse très calcaire, blanchâtre, dure, massive, zoogène, fossilifère, 12 à 15 m ;
- molasse calcaréo-gréseuse, grisâtre, à nullipores, peu ou pas zoogène, guère fossilifère, 25 m ;
- conglomérat verdi, peu épais, très localisé ;
- substratum : calcaires lacustres fuveliens.

La molasse calcaire (de pendage 15° N) renferme principalement : Chl. praescabriuscula FONT., Chlamys multistriata POLI., Pecten subbenedictus FONT., Pecten paulensis FONT., Pecten ziziniæ BLANCK., Chlamys latissima BROCCHI. var. restitutensis FONT., Echinolampas hemisphericus DESM., débris d'huîtres rares, bryozoaires.

Entre Mas-Blanc et St Etienne-du-Grès, quelques lambeaux subsistent sur la pente crétacée. A l'E du domaine de Font-Chateca on observe une molasse calcareuse peu zoogène devenant vers l'aval plus gréseuse et délitée. On a quitté les faciès calcaires zoogènes et fossilifères de Glanum pour passer à un faciès plus détritique, quoique assez fin, azoïque, non zoogène. En plusieurs points vers Mas-Blanc, cette molasse, de caractère banal, se montre devenue marno-sableuse, passant ainsi à un faciès vaseux suivant un processus analogue à ceux déjà observés dans les autres parties du bassin. On retrouve vers l'E un petit lambeau de molasse calcareuse burdigalienne près du mas Estrangin au NW d'Eygalières. Il faut atteindre ensuite l'extrémité occidentale du Luberon, aux Taillades (voir 5e partie), pour retrouver le prochain affleurement molassique.

Le Burdigalien calcaréo-molassique prend par contre un très beau développement dans le synclinal médian des Baux et de Fontvieille (Crétacé supérieur et Eocène inférieur). Il forme de vastes plateaux calcaires dont l'inclinaison générale se fait vers le SW, culminant au Mont Valence (236 m), au Mont Paron (229 m) et au village des Baux. En ce dernier point, les calcaires burdigaliens forment le site du vieux village -un des plus beaux de la Provence- et celui du Val d'Enfer, où le dédale de ses rochers et de ses cavernes sert de cadre à l'une des scènes de "Mireille". De grandes exploitations, aériennes et souterraines s'ouvrent à l'E de Fontvieille et, étant en pleine activité, permettent de bien étudier la formation. C'est un calcaire presque pur (à 99,3 %), blanc, constitué en grande majorité de débris organogènes finement roulés. Sa lithologie est massive, tant par l'absence de stratification apparente que par l'uniformité de la compaction. En quelques points, comme au Val d'Enfer des Baux, la texture est plus grossière, les éléments organogènes étant plus gros, moins roulés, et laissant entre eux quelques vides. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 40 à 60 mètres. A Fontvieille, elle est exploitée sur 25 mètres. En tous points analogue à la pierre de Saint-Paul-Trois-Châteaux et de Beaucaire, le "calcaire des Baux" et de Fontvieille a été activement exploité depuis les Romains. La grande majorité des célèbres monuments de Provence, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours, ont été bâtis avec ce calcaire burdigalien. Il a une lithologie homogène, sa couleur est blanche et pure, il se taille facilement et durcit ensuite à l'air. La faune est assez riche, particulièrement en pectinidés. Sa monographie a déjà été donnée par D. Mongin (1948) Citons : Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI., Chl. angelonii MEN., Pecten subbenedictus FONT., Pecten paulensis FONT., Chlamys latissima BROCCHI var. restitutensis FONT., Pecten ziziniæ BLANCK., Ostrea sp., Echinolampas scutiformis LESKE, Echinolampas hemisphericus AGASS., Clypeaster, et, en moules internes : Ficula condita BRONGN., Turritella sp., Natica sp., bryozoaires, lithothamniées.

Ce développement si remarquable du faciès calcaire zoogène et celui concomitant de la faune, est tout à fait significatif des conditions locales de sédimentation. Les Alpilles formaient au Burdigalien un relief calcaire comparable à une vaste plate-forme légèrement incurvée en son centre (voir 5e partie FIG. 47). Sur ce relief en pente douce, irrégulier dans le détail, s'accumulaient les débris organogènes provenant d'une faune abondante et d'un riche développement de lithothamniées. Au N par contre, à partir de Mas Blanc, régnaient les faciès vaseux, marneux ou sablo-marneux, dont seule la présence d'autres hauts-fonds variait la monotonie (voir précédemment). La partie S des Alpilles correspondant à la partie NW de la Crau actuelle, formait par contre un relief plus important où le Burdigalien ne s'est pas déposé. Mais plus au S encore s'étendaient de nouveaux bas-fonds; ceux du bassin du Bas-Rhône oriental (voir 5e partie et carte FIG. 46). Vers l'WNW le paléorelief antémioène des Alpilles devait se poursuivre par ce qui constitue actuellement les collines de Beaucaire où le même développement de calcaire zoogène a été signalé.

Vers le SW, on suit encore un moment quelques affleurements de calcaires zoogènes en direction d'Arles, où pointe, à la limite N de la Crau et de la Camargue, un affleurement de calcaire néocomien. Nous reparlerons de ce secteur dans la 5e partie.

A l'E des Alpilles, on retrouve un vaste affleurement de molasse calcaire, celui de la Montagne du Défends (309 m) qui sera étudié avec le bassin d'Aix-Berre.

La base du Burdigalien, à peine plus détritique, est marquée assez souvent, par des galets verdis, formant rarement un conglomérat notable. Toutefois, au vallon de Courthezon, D. Mongin a signalé (1948) la présence, sous le calcaire zoogène, de sables verts, à galets verdis, épais de 20 mètres. Il s'agit d'un épendage détritique, de développement local, provenant probablement du remaniement des sables éocènes situés plus au N. La faune renferme d'après D. Mongin : Chlamys davidi FONT., Pecten valentinensis FONT., P. subbenedictus FONT., lithothamniées. On notera la présence du Pecten subbenedictus FONT., habituellement

cantonnée dans les faciès calcaires ou marno-calcaires. La base de ces sables verts est marquée par une dizaine de mètres de conglomérats à petits galets de quartz.

Nous avons ainsi achevé l'étude des "gîtes molassiques" de Burdigalien classique du bassin d'Avignon. Nous allons maintenant entreprendre l'étude des "faciès helvétiques", dont, en réalité, nous avons pu voir qu'ils avaient débuté dans les bas-fonds dès le Burdigalien

Paragraphe 2 : Les faciès marneux et sableux d'âge helvétique inférieur
 =====
 ou burdigalien - helvétique inférieur
 =====

Hors des étroits domaines où les sédiments de la base du Miocène rhodanien se différencient sous forme de molasse calcaire zoogène, on observe partout ailleurs au contact même du substratum, des marnes bleues plus ou moins sableuses surmontées de molasses gréseuses plus ou moins zoogènes, puis de sables gréseux. Bien que souvent l'on ait du mal à retrouver cette succession stratigraphique, l'ensemble devenant quelquefois uniformément sablo-gréseux, cette dernière se trouve avoir une valeur assez générale et nous en étudierons successivement les divers termes.

- 1 - Les marnes bleues de Caumont et ses faciès associés

Ainsi que nous l'avons vu précédemment à propos de l'étude des faciès classiques du Burdigalien, lesquels se localisaient sur les hauts-fonds de la mer miocène, une sédimentation quasi générale marneuse ou marno-sableuse prédomine dans toute l'étendue des domaines correspondant aux bas-fonds du bassin du Comtat. Etant donné ce que nous a enseigné l'étude des équivalences et des passages latéraux dans les pages précédentes, l'âge de ces marnes sableuses est, suivant les cas, Helvétique inférieur ou plus souvent, Burdigalien + Helvétique inférieur. Nous en ferons une description monographique dans la région de Caumont, à 12 km E d'Avignon.



FIG. 44. Coupe aux environs de Caumont.

- 4 sables gréseux (Helvétien moyen)
- 3 grès roux du Comtat (toit de l'Helvétien inf.)
- 2 marnes bleues de Caumont (Burdigalien-Helvétien inf.)
- 1 conglomérat verdi et surfaces perforées

Là, le paléorelief des calcaires crétacés forme des collines au N du village. Au S immédiat des carrières de calcaire on remarque de belles surfaces arasées à lithophages et niches d'oursins, directement recouvertes par une marne bleue légèrement sableuse, elle-même exploitée en divers points. Nous la définirons dans ces gisements : les affleurements les plus intéressants sont situés au NE du village, peu à l'E de la route de Chateauneuf-de-Gadagne, sur la bordure même du rocher crétacé. Ils fournissent les gîtes les plus fossilifères que je connaisse de la formation. Une petite carrière en ce point, d'autres vers l'W le long de la route du Pont de Bompas, montrent aussi la formation, mais non fossilifère. Pour beaucoup de tracés relatifs au Miocène, la seconde édition de la feuille géologique Avignon au 80 000e, qui indique en cet endroit des éboulis, représente une marche en arrière par rapport à ceux de la première édition, réalisé par Fontannes.

Les "marnes bleues de Caumont" sont des marnes argileuses bleutées ou gris-bleues, plastiques, peu ou pas stratifiées pouvant être légèrement sableuses. Leur épaisseur varie entre 20 et 60 mètres. Elles deviennent beaucoup plus sableuses vers le haut (sur quelques dizaines de mètres encore) ainsi que latéralement, et sont alors quelquefois micacées.

Leur partie inférieure repose sur les irrégularités de la surface rocheuse. Celle-ci, quoique marquée de surfaces d'érosion sous-marine constantes, est de topographie assez variée dans le détail et évoque tout à fait celle de nos côtes rocheuses actuelles. Sa pente varie habituellement entre 20° et 35°. Fréquemment des galets mal roulés et verdis, de toutes tailles, reposent au contact même du substratum, soit dans la marne, soit plus rarement agglomérés comme à Védène dans un ciment calcaireux dur. Leur partie supérieure est limitée par des bancs de grès roux molassiques zoogènes, qui forment la colline qui s'étend au N de la route de Caumont à Bompas (voir FIG. 44).

La faune, de caractères tout à fait particuliers par rapport à ceux des autres formations burdigaliennes ou helvétiques, est riche mais n'est pas très variée. J'ai récolté : Chlamys multi-striata POLI., Chl. cf gentoni FONT. (1), nombreux, Chlamys angelonii MEN., nombreux, Ostrea (= Pycnodonta) squarrosa DE S., Ostrea sp., tubes de Teredo, Scalaria sp., moules internes de gastéropodes (Natica, Conus ...), Cyrtoceras, Coralium, articles d'encrine, radioles de Cidaris, rares valves de balanes, valves de Lacazella sp. (petit brachiopode Thecididae), dents de Lamni-dés, de Carcharodon, 4 espèces de bryozoaires dont Steginoporella elegans M-EDW. fréquent et Lichenopora sp.

Cette faune, de caractère mixte vaseux et saxicole, est localisée tout à fait à la base des marnes, souvent même dans les premiers centimètres seulement. Les faunes qui s'en approchent le plus sont celles des conglomérats verdis de falaise (Bel Air, et surtout Pierre Longue). La faune de Caumont a également de nombreuses analogies avec celle des marnes grises du Burdigalien terminal des Angles, à l'exception près de 2 ou 3 espèces de pectinidés "burdigaliens" qu'on ne retrouve pas à Caumont. La faune de Caumont, précisément, est à première vue d'un cachet plus helvétique que burdigalien, étant donné surtout l'absence des pectinidés classiques de la molasse burdigalienne. Mais il faut noter qu'à la valeur stratigraphique relative de ces derniers se superpose le fait prédominant qu'on les rencontre toujours dans un faciès différent, celui de molasse calcaire. Il est donc logique d'attribuer leur absence à ce changement d'habitat biologique, et non à une éventuelle distinction chronostratigraphique que n'appuie pas de toute façon les observations stratigraphiques. C'est l'éternel problème de la distinction entre les fossiles de faciès et les fossiles "de zone". Il importe en effet dans ces terrains aux faciès variés et vite changeants, si l'on veut opérer judicieusement la distinction d'un étage par rapport à un autre, de comparer des faunes de faciès identiques ou voisins.

(1) ou du moins une variété ou une forme voisine, à test plus mince et à côtes plus fines (travail en cours).

Or l'on peut valablement comparer entre elles les faunes molassiques du "Burdigalien" et de l'Helvétien, puisque ce dernier étage différencie fréquemment, et même en sa base, des bancs molassiques souvent assez calcareux et zoogènes : molasses de Grignan, grès molassique de Suze, du bassin de Faucon, et (voir paragraphe suivant) du Comtat Venaissin.

Mais pour les faciès du type marnes bleues sableuses, un terme de comparaison dûre, manque au sein du Burdigalien puisque ce dernier n'en différencie qu'exceptionnellement au sein de ses formations molassiques habituelles. Ce cas ne se produit partiellement et localement qu'en deux points dans la vallée du Rhône : sables marneux bleus d'Autichamp dans le bassin de Crest (voir 2e partie), sables marneux bleus de Saint-Chamas près de l'étang de Berre (voir 5e partie). Or, précisément, la faune devient différente de celle de la molasse calcaire, par disparition des espèces classiques propres à ce faciès (Chlamys praescabriuscula FONT., Pecten subbenedictus FONT., P. paulensis FONT., grands pectinidés, Echinolampas etc ...)

Ici, l'étude des passages latéraux nous a montré que c'est l'ensemble des formations Burdigalien + Helvétien (pro parte) qui acquiert un faciès compréhensif vaseux : on n'a plus à faire qu'à une formation unique, devenue étendue, monotone et rarement fossilifères

Cet envahissement du faciès vaseux ou vaso-sableux à l'ensemble Burdigalien - Helvétien inférieur ne porte en rien atteinte à l'individualité des deux étages. J'insiste sur ce point. Les faits stratigraphiques généraux (unité des formations, transgressions), joints à l'étude minutieuse des faunes entre faciès identiques, confirme les attributions des auteurs. Il s'en trouve fort bien ainsi, car, étant donné que ni les localités types du Burdigalien, ni celles de l'Helvétien ne sont situées dans la vallée du Rhône, il se serait pu que les correspondances ne s'y retrouvassent point et que la distinction de ces deux étages ne puisse alors se faire. Il suffit par exemple de songer aux conclusions récentes de Vigneaux et de ses collaborateurs (1961)

lesquelles rendent nécessaire la création d'un étage vrai Giron-
dien groupant dans le bordelais, qui est pourtant le pays de
leurs localités types, les "faciès Aquitanien et Burdigalien",
qui ne se trouvent superposés que sur leur bordure la plus lit-
torale.

Examinons maintenant quels sont les autres secteurs du bassin
d'Avignon où l'on rencontre, bien différenciées, les marnes bleues
de Caumont.

On les suit, à partir des gisements types du village, jusqu'
au pont de Bompas vers l'W. Les marnes bleues de Caumont, devenant
plus ou moins sableuses, forment toutes les pentes de la colline
de Chateauneuf-de-Gadagne, sous le ressaut des grès roussâtres
sablo-molassiques (grès roux du Comtat) qui constituent le pla-
teau. La formation est très typique entre St Saturnin et Védène :
de nombreuses et vastes carrières, dont certaines sont encore en
activité, exploitent une marne argileuse bleue, peu ou pas sa-
bleuse, un peu micacée répondant à la définition pétrographique
de "schlier" des autrichiens.

A Entraigues, on retrouve sur quelques mètres les marnes
bleues sableuses en-dessous du niveau de grès roux molassique
(terrain de sport au S du village).

Les collines s'étendant de Noves et Chateaufrenard à Saint-
Rémy sont également constituées sur une épaisseur de 30 à 40 m
par des marnes sableuses bleues. A 1,2 km NW de Noves (au lieu-
dit la Tuilerie), elles reposent sur le substratum calcaire ro-
cheux érodé (voir ante), avec localement des galets verdis. En
général le faciès est assez sableux.

A 1,5 km SE de St Rémy, sur le versant N des Alpilles, les
marnes bleues sableuses reposent sur le Burdigalien molassique
de Glanum, leur épaisseur, visible jusqu'à leur recouvrement par
les alluvions de la plaine, est de l'ordre d'une centaine de mè-
tres.

Sur le rebord de l'extrémité occidentale du Luberon, à l'E
de Cheval-Blanc, on observe directement sur le Crétacé, une

épaisseur de 0 à 50 m de marnes bleues, sableuses, sous un banc de grès molassique roux. Elles sont fossilifères à la Tuilerie de la Barrière. Nous les étudierons dans la 5e partie. A quelques kilomètres au N (Robion, Taillades), au-dessus du calcaire molassique burdigalien, les marnes bleues sont mal caractérisées; l'Helvétien débute par des sables marno-gréseux recouverts par des grès molassiques.

A l'extrémité NE du massif de la Montagnette, au-dessus de la molasse calcaire burdigalienne formant la "baie" de Barbentanne, les marnes bleues font pratiquement défaut, comme aux Taillades, et l'Helvétien débute par des grès molassiques. Nous avons simplement signalé, localement (voir paragraphe précédent), un mince banc marno-sableux à la limite des deux étages.

Sur la bordure E du massif des Angles, sur une longueur de 4 à 5 km près de Villeneuve-les-Avignon, les marnes bleues sont bien développées. Elles s'adossent à l'W contre la pente des calcaires crétacés érodés, où localement, au lieu-dit Pierre-Longue, s'est plaqué un conglomérat fossilifère à gros éléments (voir ante et coupe FIG. 42). A Pont d'Avignon et à Villeneuve-les-Avignon (fort Saint-André) ressortent deux hauts-fonds de calcaires crétacés contre lesquels reposent également les marnes bleues plus ou moins largement recouvertes par les alluvions quaternaires. Elles sont bien visibles, sous un faciès sabloneux et mica-cé, dans le talus de la route de Pujaut. Au plateau de Bellevue entre Pont d'Avignon et les Angles, leur épaisseur au-dessus des alluvions est de 40 mètres. Elles sont recouvertes par les grès durs molassiques roussâtres qui forment le haut des cotes. En contre-bas immédiat du village des Angles, j'ai signalé précédemment des marnes bleutées sableuses (11 m), surmontant une alternance de grès verdâtres molassiques et de marnes bleues sableuses du Burdigalien.

Plus au N le site est exactement le même avec les affleurements de la région de Sauveterre. Sous le rebord du plateau recouvert d'alluvions anciennes (Carnas, Beauchamp) constitué par

les grès roux molassiques, s'étendent des pentes de marnes sableuses bleues, localement très sableuses et jaunâtres. Leur épaisseur visible est d'une soixantaine de mètres au-dessus des alluvions : elles doivent en atteindre bien plus. Sous le niveau principal qui en marque la partie supérieure, les bancs grésomolassiques se répètent encore, du moins sous un faciès plus gréseux, dans les 20 mètres supérieurs des marnes sableuses.

Au Pradas, se remarque une topographie faillée antemiocène. Elle est due à la faille de Pujaut, dont les brèches tectoniques sont bien visibles dans les anciennes carrières de calcaires (hameau de Four), ce en quoi les tracés de la feuille Avignon au 80 000e sont très incomplets. Ce relief tectonique qui marque la limite NW du plateau crétacé des Angles est encore plaqué par les sédiments marno-sableux miocènes avec surfaces perforées. Le "graben de Pujaut" est donc non seulement antepliocène mais aussi antemiocène.

Au N de Sauveterre, contre la colline crétacée de Caderache (elle-même faillée le long de son abrupt N, parallèlement à la faille de Roquemaure), les marnes bleues sont fossilifères. Le gisement consiste en une ancienne carrière située avant la dernière maison du village, le long de la route de Roquemaure. Les marnes bleues s'adossent, subhorizontalement, contre une très belle pente rocheuse arasée dont la surface est particulièrement riche en niches d'oursins. Les marnes se terminent ainsi en biseau contre la pente du relief crétacé, le banc de grès roux molassique qui en marque la partie supérieure venant, subhorizontal, reposer latéralement sur ce substratum. Les bancs marneux s'intercalent de minces lits de grès sableux gris-verdâtre, notamment dans les 10 à 15 mètres supérieurs. Certains de ces lits sont plus molassiques et même zoogènes. La faune des marnes de Sauveterre est la même que celle de Caumont et de Cheval-Blanc : Chlamys cf gentoni FONT., Chl. angelonii MEN., Chl. multistriata POLI., Ostrea sp., radioles de Cidaris, quelques tubes de Teredo, nombreux bryozoaires ; dans les intercalations molassiques : bryozoaires branchus.



FIG. 45. Coupe près de l'Étang de Courthezon.

- 1 grès roux du Comtat devenant zoogènes au N
- 2 marnes sableuses bleutées
- 3 sables gréseux verdâtres

A l'E de Sorgues, on observe directement, au niveau même des alluvions de la plaine quaternaire, les bancs gréseux roussâtres plus ou moins molassiques du toit de l'Helvétien inférieur. Ils constituent les collines s'étendant du tertre de Bordine jusqu'à Bédarrides. Toutefois, en leur partie S, les bancs supérieurs des marnes sableuses se montrent à la base de la colline Sève (879) à l'W d'Entraigues. Sous les grès molassiques jaunâtres et roussâtres, plus ou moins zoogènes, on observe sur une dizaine de mètres, alternant avec des sables gréseux, des marnes assez sableuses.

Par contre, la région comprise entre Chateauneuf-du-Pape et Courthezon montre en plusieurs points les marnes sableuses bleu-tées. Les petits reliefs miocènes aux abords de Châteauneuf-du-Pape sont presque tous formés par une table, plus ou moins inclinée suivant le pendage local, de grès roux molassique tout à fait typique (voir plus loin). La pente de ces tertres et de ces collines est formée par un ensemble de marnes bleues sableuses intercalées de petits lits gréseux ou sableux verdâtres, ou de grès molassiques plus ou moins zoogènes.

On observe bien ces marnes sableuses sur le pourtour de la hauteur dite Castelas (115,0), au tertre coté 105,1 près du château de Vaudieu, en bas de la pente du Mourre de Gaud, sur tout le pourtour enfin de l'ancien Etang de Courthezon (voir coupe FIG. 45). Deux gisements fossilifères intéressants sont à signaler dans ce dernier secteur. Le premier est situé dans le haut talus du chemin descendant de la route de Courthezon à la ferme de l'Etang. Les marnes bleues, affectées comme toutes les assises miocènes de la région d'un pendage de 10 à 20° NE, se mêlent de lits sableux verdâtres et livrent : Chlamys cf gentoni FONT., Chl. angelonii MEN., Chl. multistriata POLI., débris d'Ostrea sp., assez nombreux bryozoaires, une coquille de Scalaria sp. identique à celle de Caumont. Dans l'ensemble la faune est semblable à celle de Sauveterre, Cheval-Blanc et Caumont. On observe le faciès mixte marno-sableux sur une épaisseur d'une vingtaine de mètres.

Dessous, bien visibles dans une profonde ravine creusée à 150 m au S de la ferme de l'Etang, la fraction marneuse est disparue et l'on observe une dizaine de mètres de sables verdâtres, assez grossiers (coupe FIG. 45). Ils sont par place un peu gréseux, à rares et minces bancs marneux, et montrent une nette stratification entrecroisée. Ils renferment quelques débris de pectinidés difficilement déterminables, de rares bryozoaires et d'assez nombreux fragments roulés d'Ostrea crassissima LMK. J'ai déjà signalé précédemment ce faciès détritique à Sernhac et au pied du village des Angles. Nous le retrouverons d'une manière générale sous la Costière de Nîmes. C'est une formation commune au Burdigalien et à l'Helvétien inférieur. La présence des Ostrea crassissima LMK et l'analogie complète avec la coupe de Sernhac confirment bien que la partie supérieure de ces sables molassiques verdâtres monte jusque dans l'Helvétien inférieur. A moins que ce ne soit l'Ostrea crassissima LMK qui descende dans le Burdigalien, l'absence d'une faune bien déterminable ne nous permettant pas de prendre position. De toute façon l'erreur n'est pas bien sensible, ces couches étant fort proches de la limite des deux étages (cf Sernhac).

Il nous reste à examiner la région de Rémoulins, où l'on retrouve des marnes bleues sableuses, quelquefois même fossilifères. A Théziers, tout d'abord, au-dessus de la molasse calcaire burdigalienne bien développée (voir 1er chapitre paragraphe 5) repose une dizaine de mètres de marnes bleues stratifiées, à lits plus sableux ; on en observe bien la base dans la tranchée nouvellement déblayée du petit chemin qui, à partir de la rue supérieure du village, monte en direction du SW vers la hauteur au-dessus du village. Elles contiennent quelques débris de fossiles, en particulier des fragments d'huîtres assez fragiles, et plus rarement Chl. cf gentoni FONT. La base des marnes sableuses alterne sur 2-3 m avec la partie supérieure de la molasse burdigalienne qui est alors rêche et hétérogène. Vers le NE les marnes bleues viennent s'adosser contre un autre paléorelief de calcaire crétacé, plus important.

Dans cette région, largement recouverte par les marnes plai-sanciennes, quelques lambeaux de marnes miocènes ressortent loca-lement sous ce Pliocène marin. Il en est ainsi au SE et au NW de Meynes et à l'W de Fournès.

Par la région NW de Meynes, ces affleurements se rattachent à ceux de Sernhac, dont l'étude est intéressante. Nous avons déjà signalé, sur la molasse burdigalienne du pont de Rémoûlins, la-quelle était légèrement inclinée vers le SW, des marnes bleutées. Elles sont bien développées au NNW du village, où l'on peut rele-ver la coupe suivante, déjà citée précédemment :

- 1 - grès roux molassiques, à bancs plus sableux jaunâtres, formant un relief en plates-formes ; 10 à 15 m ; quel-ques fossiles ;
- 2 - marnes bleues sableuses à lits intercalés gréso-zoogènes ; quelques fossiles dont une profusion de bryozoaires ; 12-15 m ;
- 3 - grès verdâtres en plaquettes, à lits marno-sableux, à lits sableux verdâtres dans l'ensemble.
- 4 - molasse gréseuse verdâtre, 10 m ;
- 5 - molasse burdigalienne calcaire compacte et azoïque, pas-sant verticalement aux grès verdâtres ; 12 - 15 m ;

La faune des marnes sableuses bleutées renferme Chl. multi-striata POLI., Chl. cf gentoni FONT. et de nombreux bryozoaires. La faune des grès verdâtres à lits marno-sableux est peu variée mais très riche. A part l'Ostrea crassissima LMK, elle est sur-tout constituée d'un amas extraordinairement abondant de gros bryozoaires, surtout dans la moitié supérieure : grosses colonies en boules (jusqu'à 15 cm de diamètre) de Celleporidae ; grandes colonies en éventail de Holoporella palmata MICH., dépassant 20 cm de long ; colonies en coussinets, aux perforations assez énigmatiques, d'autres Celleporidae ; quelques autres espèces de plus petite taille.

La présence de l'Ostrea crassissima, l'absence des pectinidés classiques du Burdigalien, mais surtout sa position au-dessus des molasses calcaires, suggèrent d'attribuer, à Sernhac, à cet ensemble de grès sableux verdâtres et de marnes sableuses bleutées (formation n° 3 de la coupe précitée) un âge Helvétien inférieur. Le niveau n° 4 serait burdigalien. Je ne reviens pas sur les réserves faites précédemment à propos de la coupe analogue de l'Etang de Courthezon. Sous la Costière de Nîmes, nous verrons une formation analogue correspondre, sur une épaisseur souvent importante, à l'ensemble Helvétien inférieur-Burdigalien. Le gisement de grès et sables verdâtres de Sernhac forme un relai entre les vastes domaines de la Costière et les affleurements locaux de Chateauneuf-du-Pape, des Angles et de l'Etang de Courthezon.

Au N de Rémoulins, les marnes sableuses bleutées s'étendent de façon quasi-générale. Elles existent, quoique largement couvertes d'alluvions et d'éboulis, dans tout le secteur de St Hilaire d'Ozilhan ; on les retrouve aux alentours de Castillon du Gard sous le niveau de grès roux molassiques. Au S de Vers elles reposent sur un affleurement local de Burdigalien et forment les pentes de la colline de grès roux molassique au lieu-dit Saint-Pierre. On les retrouve au S d'Argilliers.

Ces marnes bleues sableuses s'intercalent de nombreuses passées sableuses, plus rarement sablo-gréseuses ou gréso-molassiques. Leur épaisseur est difficile à juger ; à St Pierre, elle est d'environ 30 mètres, mais ailleurs, elle doit devenir plus importante. Dans tout le secteur Castillon du Gard et de Saint Hilaire d'Ozilhan, elles s'adossent contre les reliefs anciens des calcaires urgoniens du massif de Valliguières. Là, encore il s'agissait d'un envasement de côte rocheuse. A 2 km au N de Vers, les grès roux molassiques vont directement recouvrir en biseau le substratum calcaire.

Nous en avons terminé ainsi avec l'étude des marnes bleues de Caumont. Avant de passer à l'étude de la formation suivante, il convient de rappeler, une fois pour toutes, que leur différenciation marno-argileuse pure est rare et locale, et que, la plupart du temps, la fraction sableuse s'y mêle largement. Souvent même on a à faire à un sable banal plus ou moins marneux. Quant à la couleur bleue, elle est uniquement fonction de l'état d'altération des terrains, la teinte devenant fréquemment gris-jaunâtre ou jaunâtre par oxydation des sels ferrugineux (voir 3e partie, à propos des marnes bleues sableuses de Saint-Lattier). Il faut toutefois reconnaître que la teinte bleue subsiste beaucoup mieux dans les terrains marneux, du fait de leur imperméabilité relative aux eaux de circulation. La présence ou la fréquence du mica blanc est elle-même très variable. Il tend cependant en général à manquer dans les marnes argileuses pures et, à l'autre extrême, dans les sables non marneux à tendance grossière. Cela rejoint les observations que l'on peut faire sur les dépôts littoraux actuels de nos côtes du Cotentin ou de Bretagne.

Paragraphe 3 : Le niveau des grès roux molassiques du Comtat, et ses
 =====
 variations locales
 =====

- 1 - Faciès habituels

Tout au long du paragraphe précédent, j'ai souvent fait mention de l'existence, à la partie supérieure des marnes sableuses bleutées, de bancs de grès roux molassiques, plus ou moins zoogènes. Ils peuvent être diffus par place, mais en général on les retrouve facilement sur le terrain, et souvent tout à fait typiques. Ils prennent même en certains points un faciès meuble, très fossilifère, qui retiendra particulièrement notre attention.

Il est difficile de les définir en un point plutôt qu'en un autre en raison de leur extension même. Il est commode de les décrire à Caumont près des gisements de la localité type des marnes bleues. Mais nous réserverons à la formation le nom général de "grès molassiques ou molasse zoogène du Comtat".

A l'W de Caumont on les voit recouvrir de façon générale les marnes bleues, mais latéralement ils viennent reposer en biseau sur le paléorelief de calcaire crétacé : cela se voit bien sur la droite du petit chemin à 200 m NW du village. Les grès roux molassiques forment par ailleurs la colline qui s'étend au N de la route de Caumont au pont de Bompas. Ce sont des grès plus ou moins molassiques, c'est-à-dire à ciment calcaire plus ou moins abondant, jaunâtres, prenant çà et là divers aspects particuliers. Ils peuvent devenir durs, zoogènes, marqués de tâches rousses avec de nombreuses petites empreintes de fossiles et plus ou moins vacuolaires. Ils rappellent tout à fait les grès roux de Suze du bassin de Valréas (grès lumachellique de Fontannes), ainsi que ceux de Serignan, lesquels forment relais entre les deux bassins. En général, ces faciès ne renferment pas de macro-fossiles, du moins déterminables.

Un autre faciès, fréquent, est celui de grès sableux, jaunâtre, à bancs tantôt plus cohérents, tantôt plus meubles, livrant quelques bryozoaires et débris de fossiles. Ils rappellent les molasses de Grignan quoique moins zoogènes et fossilifères.

Ces deux faciès s'associent de façon fort variable dans un ensemble de sables gréseux de type banal qui passent à la base aux marnes sableuses bleutées et deviennent au sommet des sables gréseux sans bancs zoogènes. La répartition géographique relative de ces divers faciès est, en conséquence, quasi-impossible à donner. Tout au plus peut-on remarquer, à la suite d'un très grand nombre d'observations faites sur le terrain, qui finissent par jouer le rôle de résultats statistiques, que les grès de type Suze, quand ils se rencontrent, se différencient plutôt à proximité des paléoreliefs crétacés.

Dans certains secteurs toutefois, les grès molassiques sont assez diffus ; pourtour de la petite Crau, alentours de Chateauf-neuf-de-Gadagne, de Morières, du Grand Vaucros au S de Bédarrides, pentes du plateau de la Plaine au N de Courthézon.

L'épaisseur de ces grès molassiques du Comtat est fort variable mais en général peu importante. Plus minces aux abords immédiats des reliefs crétacés (5-10 m), ils varient habituellement entre 10 et 15 mètres. Mais il faut tenir compte qu'on peut déjà, à la base, en rencontrer de minces bancs intercalés dans les marnes sableuses bleutées (voir précédemment). Souvent aussi, l'ensemble du Miocène inférieur, au lieu de montrer la superposition habituelle grès molassiques sur marnes bleues, devient uniformément sablo-gréseux (voir précédemment). Dans ce cas, la différenciation locale d'un ou de plusieurs bancs molassiques ou zoogènes peut se produire à des niveaux variables. A Barbentane et aux Taillades en particulier, au-dessus de la molasse burdigalienne, s'observe directement une épaisseur assez grande (20 à 35 m) de grès plus ou moins molassiques dépourvus de bancs marneux. Leur lithologie est homogène et compacte, ce qui les rend propres à l'exploitation.

A Barbentane c'est un grès jaunâtre ou verdâtre dur peu ou pas zoogène, largement représenté dans les vastes parois des anciennes carrières. Aux Taillades, dont le nom provient sans doute de l'abondance des carrières de pierres de taille miocènes, on observe un grès molassique se rapprochant du type de Suze quoique plus grossier et plus vacuolaire.

La faune, rare, éparse, peu variée et fragmentaire, se recollecte surtout dans les bancs meubles de type sablo-gréseux jaunâtres. Les meilleurs gisements sont ceux de Sernhac-haut, de Sauvetterre - Caderache et d'Entraigues-Village. Je citerai : Chl. gentoni FONT., Chl. multistriata POLI., Ostrea sp., Chl. cf diprosopa FONT., Chl. gr opercularis LIN. ou gr. scabrella LMK (1), bryozoaires.

(1) Comme assez souvent pour certaines formes de Chlamys des grès molassiques ou des sables de l'Helvétien du bassin rhodanien, j'ai les plus grandes difficultés à opérer la distinction entre celles à rattacher soit au groupe opercularis LIN., soit au groupe scabrella LMK. Une étude est à entreprendre dans ce sens (travail en cours) (cf Roger 1939 p. 133, Depéret 1896, p. 520).

- 2 - Variations de ces faciès grés-molassiques

A partir des faciès habituels des grès molassiques du Comtat précédemment décrits, je vais citer maintenant des cas particuliers où ils prennent un faciès plus organogène, puis plus loin où ils deviennent de véritables faluns devenus très fossilifères.

Dans le premier cas, quatre localités méritent vraiment une mention particulière.

A Barbentane (sorties du village) la base des grès molassiques cités précédemment, montre, sur une douzaine de mètres, à la limite avec la molasse burdigalienne, des niveaux de grès sableux jaunes, rêches, irrégulièrement durcis suivant les strates, criblés de grands fragments de colonies de bryozoaires en éventail.

Au NE de l'Etang de Courthézon, ensuite, les grès molassiques deviennent par leur partie inférieure localement et rapidement très zoogènes. Dans les vastes carrières abandonnées, on observe, avec un pendage de 10 à 15° NE, un grès molassique jaunâtre ou roussâtre du type Suze, mais assez grossier et à nombreux débris organogènes. Parmi eux, dans certaines passées qui se désagrègent facilement en surface, on peut récolter Chl. gentoni FONT. et de nombreux bryozoaires. A la base, sur le rebord E de la dépression marécageuse, les bancs deviennent plus blanchâtres, moins durs et presque uniquement constitués de fragments organogènes : d'où une roche très grossière et vacuolaire, livrant de très nombre débris de bryozoaires roulés. On peut les désigner sous le nom de "molasse zoogène des Carrières de Courthézon".

La troisième localité où les grès molassiques du Comtat deviennent encore notablement différents de leurs aspects habituels est située dans la région N de Remoulins. La formation est bien étudiable dans les anciennes carrières au S de Castillon-du-Gard. C'est une molasse grossière, vacuolaire, zoogène. Sa teinte varie entre blanchâtre et jaune ocre clair, avec des passées plus rousses. Elle renferme un grand nombre de débris organogènes, parmi lesquels on peut déterminer, outre quelques bryozoaires, d'assez

nombreux Hinnites roulés et Chl. multistriata POLI. On peut alors lui réserver le terme local de "molasse roussâtre de Castillon-du-Gard". On la rencontre aussi, formant une sorte de surface structurale, au sommet de la colline St Pierre au S de Vers et dans toute la région au N et à l'E de ce village, au-dessus des marnes sableuses bleutées. C'est elle que l'on observe au Pont-du-Gard, à la place de la molasse burdigalienne indiquée sur la feuille Avignon au 80 000e.

Au total, la faune des grès du Comtat est très proche de celle des molasses de Grignan et de Suze, d'âge Helvétique inférieur. On y remarque pareillement l'absence des espèces classiques des molasses burdigaliennes. Ces molasses des Carrières de Courthézon et de Castillon-du-Gard diffèrent notablement déjà du faciès habituel des grès molassiques du Comtat. Nous allons examiner maintenant d'autres formations, locales mais encore plus particulières fournissant de beaux gisements fossilifères.

- 3 - Gisements locaux de faluns molassiques fossilifères

Le premier est situé à 600 m au NW d'Entraigues où il forme le petit tertre du Montillard, coté 31,4. Le sédiment est un sable fin cohérent plus ou moins micacé, gris jaune sale, plus cohérent par place, visible sur 1 à 2 m. Il livre de nombreux fossiles remarquablement conservés. En dessous, sur 2 m 5 il devient plus dur et azoïque (ancienne exploitation). L'emplacement le plus fossilifère est à l'extrémité S du tertre, à l'arrivée du petit chemin.

La faune, quoique abondante, est peu variée ; j'ai récolté : Chl. angelonii MEN., Chlamys (forme Hinnites) brussoni de S., Chlamys (forme Hinnites) justiana FONT., Chl. gr. scabrella LMK., Chl. cf gentoni FONT., Ostrea sp., Anomia sp., rares balanes, très rares bryozoaires.

Les coquilles sont en général d'assez grande taille et au test assez mince, en particulier les Hinnites. Elles sont peu roulées et rarement cassées, ce qui dénote un faciès calme. Leur accumulation doit donc être considérée comme naturelle, et non

comme résultant de la concentration par un jeu de courants. La faune du Montillard d'Entraigues est, à l'échelle du bassin rhodanien, à rapprocher de celle des grès molassiques du Comtat et de Grignan. C'est, en tous cas, à cette position stratigraphique qu'on est amené à ranger la formation quand on l'étudie sur le terrain. Elle se situe en effet exactement dans le prolongement de la base des grès roux molassiques qui forment les affleurements rocheux entre les maisons du village d'Entraigues. Ceux-ci reposent, par l'intermédiaire d'un niveau sablo-gréseux analogue à celui de Montillard, mais à fossiles rares et brisés, sur le sommet des marnes sableuses bleutées visibles au terrain de sport. Les sables à Hinnites du Montillard d'Entraigues sont donc bien un des faciès des grès molassiques du Comtat, de leur partie inférieure plus précisément. Soulignons à ce propos la fréquence relative des Hinnites à la période Burdigalien terminal - Helvétien inférieur (les Angles, Castillon-du-Gard, le Montillard).

Un autre ensemble de localités intéressantes se situe à l'WNW de Bédarrides, dans les coteaux autour du plateau alluvial du Vieux Mas des Papes. Le gisement principal est situé sur le versant NE du Coteau Saint-Jean, dans une ancienne carrière s'ouvrant près de la route de Châteauneuf-du-Pape. Sous les sables marneux rouges, pliocènes à galets de quartzites formant de nombreuses poches de ravinement, s'observe sur une épaisseur de 0 à 4 m, un sable calcareux coquiller plus ou moins cohérent, grossier, à nombreux débris zoogènes : c'est un véritable falun, tel qu'il est rare d'en voir dans le Miocène du bassin rhodanien. La faune, abondante, mais assez peu variée, est peu brisée mais un peu roulée. Elle est caractérisée par l'abondance de grandes et belles valves d'Ostrea offreti souvent fixées par groupe l'une sur l'autre. Elles sont associées à une autre forme, plus petite et plus rare qui reste à déterminer. Sont très abondantes encore des Anomia gr. ephippium LII. On récolte souvent aussi les deux valves d'un grand pectinidé du groupe de Pecten aduncus EICHW., ses caractères ne sont pas suffisamment tranchés pour que je puisse donner maintenant la détermination avec certitude. J'ai également

récolté, mais plus rares, des échantillons de quatre autres espèces de pectinidés assez particulières qui sont en cours d'étude. Sur toutes ces coquilles s'observent de fréquents exemplaires de balanes : Balanus concavus BRUIG., Balanus spongicola BRUIG. Dans le falun se rencontrent quelques valves isolées de balanes et quelques bryozoaires dont des encroutants.

Je n'ai retrouvé pour l'instant ces "faluns du coteau Saint Jean", ainsi que je les appellerai désormais, qu'en un autre point dans la région, à 1,2 km plus au N : c'est le gisement du château de la Font du Loup, situé immédiatement à l'W des bâtiments du domaine, sur le flanc du coteau dit de l'Ancien Télégraphe, à la même altitude (100 mètres) qu'au coteau Saint Jean. L'abondance des grandes huîtres est particulièrement nette. ;

Un autre faciès fossilifère s'associe au falun du Coteau Saint Jean. C'est un sable siliceux et assez grossier stratifié, de teinte grisâtre ou jaunâtre clair ; il est rarement consolidé. Il renferme d'assez nombreux exemplaires de petits pectinidés, des Pecten principalement, correspondant à des stades jeunes : leur taille oscille de 8 à 15 mm. Ces "sables à petits pectens" se développent latéralement et inférieurement au falun coquiller dans le gisement du Coteau Saint Jean. On le retrouve à 1 km plus à l'W, dans la grande sablière sise près de la ferme de la Font du Loup (épaisseur visible 10 mètres). Là, on remarque bien la stratification entrecroisée, et un net pendage S, qui est peut-être en partie d'origine sédimentologique. J'y ai récolté aussi quelques valves gauches d'Ostrea cf digitalina DUB.

Quelle est la position stratigraphique des faluns du Coteau Saint Jean et du faciès sableux à petits pectens ? Ils sont situés au coteau de l'Ancien Télégraphe à peu près à la même hauteur (80 à 100 mètres) que les grès molassiques du Comtat, qui, à moins de 800 mètres de là, constituent le coteau des Mourres de Gaud. Ils en sont simplement séparés par une petite terrasse alluviale. L'examen minutieux du secteur permet cependant de préciser qu'ils relaient ces derniers à un niveau stratigraphique

qui leur est légèrement mais nettement superposé. On ne retrouve malheureusement pas, en contre-bas du Coteau Saint-Jean (lieu-dit Sauvines), pas plus que vers le château de la Nerthe ou le coteau de Terre-Ferme, les faciès des marnes sableuses bleutées du type Caumont. Le secteur indiqué ne montre en effet que des sables jaunâtres, fins, compacts non stratifiés, azoïques, légèrement micacés. Ils donnent sur une épaisseur de 70 mètres des affleurements de type banal, profondément creusés par l'érosion.

Paragraphe 4 : Les sables gréseux azoïques de l'Helvétien moyen et supérieur
 =====
 périeur
 =====

Il est souvent difficile de délimiter la part exacte qui revient stratigraphiquement aux faciès sablo-gréseux de l'Helvétien moyen et supérieur. Nous avons vu en effet que les marnes sableuses bleutées de Caumont et les grès molassiques du Comtat pouvaient se présenter également sous un faciès uniforme sablo-gréseux. Ce faciès représente alors l'ensemble de l'Helvétien et même probablement localement, l'ensemble Burdigalien-Helvétien.

Une étude minutieuse de la localisation des grès sablo-molassiques du Comtat, en tenant compte des pendages, des épaisseur, de la proximité des faciès de marnes bleues et même des affleurements de substratum, permet de déduire toutefois avec une assez bonne approximation quels sont les secteurs qui correspondent à un niveau stratigraphique plus élevé qu'eux. Il en est ainsi sur le pourtour E et S de la colline de la Montagne (cotée 112,7) au S de Bédarrides : là une épaisseur d'environ 50 mètres de grès sableux jaunes de type banal surmontent les intercalations grésomolassiques à débris zoogènes épars (coteaux du Grand Vaucors) correspondant à ceux du Comtat.

Le cas se retrouve pour la petite colline située en contre-haut W de la ferme Baratin, à 15 km W de Courthézon. Des sables jaunes - roussâtres, siliceux, plus ou moins consolidés par place, assez grossiers localement, m'ont livré en ce point :

Chl. gentoni FONT., valves de balanes, quelques bryozoaires et un débris de Muricidé. Ces sables surmontent sur une trentaine de mètres les grès molassiques du Comtat affleurant au S de la ferme des Cassanets.

Il en va probablement de même pour la partie S du plateau de la petite Crau, au N de Saint-Rémy : des sables jaunes gréseux, de type homogène et banal, horizontaux, visibles sur une quarantaine de mètres, viennent stratigraphiquement au-dessus des sables marneux (épaisseur une centaine de mètres) à léger pendage N qui affleurent au SE de St Rémy.

Ces sables jaunes sont identiques aux sables gréseux jaunes azoïques de Carpentras (voir chapitre 2). Mais ils ne forment que des affleurements isolés, l'érosion pliocène et quaternaire les ayant déblayés partout ailleurs. Il est permis de supposer, étant donné leur peu d'épaisseur visible, qu'ils ne montent pas même jusque dans l'Helvétien supérieur comme au Moulin à Vent de Visan. Il en résulte qu'il n'y a aucune chance de trouver, dans le bassin d'Avignon, de témoins de sédiments tortoniens et à plus forte raison "pontiens".

4e CHAPITRE

LE BASSIN D'UZES ET LE SYNCLINAL DE LA TAVE

Au NW d'Argiliers-village qui marque la limite de la région miocène de Rémoulins, la vallée de l'Alzon s'étend dans une large plaine où affleurent des terrains du Crétacé moyen, de l'Eocène, de l'Oligocène et surtout du Miocène : c'est le "bassin d'Uzès". L'érosion plio-quaternaire a laissé subsister les sédiments miocènes grâce à la disposition en cuvette du relief, mais quelques lambeaux isolés les relie encore vers le Languedoc en direction de Sommières, tandis qu'au NE les affleurements du synclinal de la Tave forment une sorte de relais en direction du bassin d'Orange. Sauf dans le secteur de la Tave où subsistent des dépôts helvétiques, le Miocène du bassin d'Uzès et ses abords n'est constitué que de Burdigalien. Son étude est intéressante parce que les conditions locales de sédimentation se trouvent différencier dans un espace relativement restreint, les trois faciès principaux que montrait déjà l'étage dans le Tricastin (voir 1ère partie).

Entre Argiliers et Uzès s'observent quelques lambeaux de molasse calcaireuse burdigalienne. Deux d'entre eux s'adossent en contre-bas du massif urgonien près du hameau de Boisset; d'autres en direction d'Uzès. On suit donc assez bien de Rémoulins à Uzès la molasse burdigalienne. Elle se présente sous un faciès calcaireux banal. Par contre à partir des abords d'Uzès elle va différencier rapidement trois types lithologiques, bien distincts et superposés ; de bas en haut : une molasse gréseuse verdâtre analogue à celle de St Restitut ; une marne calcaire blanchâtre analogue à celle de Salles ; une molasse calcaire zoogène analogue à celle de Saint-Paul-Trois-Châteaux.

La première forme de vastes affleurements à la périphérie W et surtout N du bassin, on l'observe entre la route et le chemin de fer au NE d'Arpaillargues, sur de vastes surfaces au SE de Montaren, et encore plus largement à l'W de Saint Quentin la Poterie où l'on peut définir ce faciès. Près de ce village quelques petites carrières l'exploitent, ainsi qu'une autre plus grande sur la route de Barjac.

Ces exploitations, ainsi que les champs alentours, montrent un grès assez grossier, gris verdâtre, qui se débite en dalles ou en plaquettes. La stratification, bien marquée, est fréquemment entrecroisée. Dans tout ce secteur les champs, au sol gris, sableux, sont entourés de nombreux murs de pierres sèches gréseuses, souvent rassemblées en ces édicules massifs qu'on appelle des "bories".

Ces grès verdâtres sont peu ou pas zoogènes : débris de bryozoaires, de valves de balanes, de rares pectinidés. J'ai déterminé en rares débris épars : Chl. multistriata POLI., plus rarement encore : Chl. cf davidi FONT.

Dans la région à l'W de Saint Quentin la Poterie, la molasse gréseuse verdâtre atteint sa plus grande épaisseur qui est d'une cinquantaine de mètres. Elle butte au N, avec un pendage de 15° contre le massif urgonien du Bois de Saint Quentin, mais partout ailleurs son substratum est en majorité marneux ou sableux (sables vraconiens ou éocènes en particulier). Quelques lambeaux de molasse gréseuse s'observent entre Saint-Quentin et Saint-Victor, témoins d'une extension autrefois plus grande.

Au-dessus de ces bancs gréseux, s'observent, sur 15 à 20 m un marno-calcaire gris, blanchâtre ou gris-jaunâtre. Il peut se présenter en bancs compacts à cassure conchoïdale, ou plus ou moins rognoneux ou se débitant en plaquettes ou en minces délités (comme à Salles, Vacqueyras, Mollans, etc ...). Sa zone d'affleurement forme un demi-cercle à l'W d'Uzès, à environ 1,5 à 2 km de la ville. La faune est rare ; je n'y ai trouvé, ainsi qu'on le cite, que des moules de petits lamellibranches : Corbicula, Lucina,

Tapes (gisement d'Arpaillagues, à 2 km WSW d'Uzès, peu en contre-bas du pont du chemin de fer).

Les abors seuls d'Uzès sont formés par la molasse calcaire, dont la texture est variée. Elle peut être finement zoogène et légèrement marneuse, surtout au contact des niveaux marno-calcaires. Ou bien, comme au S d'Uzès, on note une molasse jaunâtre ou blanchâtre, calcaire, sèche, à gros débris zoogènes, grossièrement stratifiée, tendre mais compacte : c'est elle qui était autrefois exploitée au lieu-dit Pont des Charrettes, où l'on peut la définir, entre les routes de Nîmes et d'Avignon. Sa faune, brisée et roulée, livre, outre les débris de bryozoaires et de balanes : Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. cf radians NYST., Chl. cf subbenedictus FONT., Chl. multistriata POLI., Ostrea sp., rares fragments d'oursins ; on remarque assez fréquemment des colonies de nullipores.

Cette molasse calcaire, de faciès varié et changeant, a une épaisseur de 10 à 15 mètres. Elle s'adosse à l'E immédiat d'Uzès sur le rebord W du massif urgonien de Saint Maximin qu'elle contourne vers le SE en direction du village, puis vers Argilliers et Rémoulins.

Au N de ce plateau urgonien, à St Siffret, s'observe une molasse calcaire, hétérogène et vacuolaire, à gros débris zoogènes lités, où se récoltent à profusion une multitude de colonies de bryozoaires. L'ensemble de la faune est roulé et brisé ; j'ai récolté également, outre des débris d'huîtres, de Cidaris et de balanes, mal déterminables : Chl. praescabriuscula FONT., Chl. cf pavonacea FONT., Chl. multistriata POLI.

La localisation et la nature des divers faciès du Burdigalien du bassin d'Uzès s'explique donc assez bien, comme dans le Tricastin, par les influences locales lithologiques et bathymétriques, du substratum : développement des molasses zoogènes et calcaires contre les côtes rocheuses calcaires, étalage de faciès détritiques sur les fonds plats et périphériques à substratum saplo-marneux.

Au S du bassin d'Uzès dans les dépressions antemiocènes du plateau calcaire du Gard subsistent quelques lambeaux de molasse burdigalienne, de faciès assez varié. A 2 km W de Collias, sur de très beaux rochers urgoniens à surfaces arasées et perforées, un sable calcareux jaune, irrégulièrement durci, renferme une faune abondante (faluns de Collias) et bien conservée. Elle fera l'objet d'une étude monographique ultérieure. Pour l'instant, citons principalement : Chl. praescabriuscula FONT., Chl. cf radians NYST., Pecten ziziniæ BLANCK. Malgré la lithologie assez particulière du sédiment, c'est une faune classique du Burdigalien. Plus loin en direction du SW, d'autres lambeaux forment jalons avec le bassin de Sommières, avec lequel ils seront cités (voir plus loin 5e partie).

Le petit synclinal de la Tave, d'orientation E-W est situé dans l'angle SW de la feuille Orange au 80 000e. Il montre des sédiments miocènes aux abords de Saint-Laurent-la-Vernède. Le Burdigalien est représenté par une épaisseur d'une vingtaine de mètres de molasse calcaire zoogène classique, visible dans le village et dans d'anciennes petites carrières à sa sortie E. Par place le faciès est plus granuleux ou plus vacuolaire, ou par contre plus fin et compact, de toute façon à stratification entrecroisée marquée. Elle n'est guère fossilifère.

Au-dessus, au S du village, s'observe difficilement (ancienne tuilerie), sur 2 à 3 mètres (épaisseur probable 20 m), une marne sableuse stratifiée, fine, poudreuse, de teinte claire.

Nous en avons ainsi terminé avec l'étude du bassin de Carpentras - Avignon et de ses dépendances. Il nous reste plus à examiner maintenant que les régions encore plus méridionales (Crau, Camargue, Costière et leurs dépendances), ainsi que les domaines orientaux (bassin d'Apt, bassin de la basse Durance, bassin d'Aix, bassin de Riez-Valensole).

5 ème P A R T I E

- LE MIOCENE SOUS LA CAMARGUE ET SES REGIONS BORDIERES.
 - LE PROBLEME DE L'AQUITANIEN MARIN.
-

PLAN

1er CHAPITRE	Etude de la série miocène sous la Camargue, la Crau et la Costière de Nîmes d'après les documents profonds, et corrélation avec les observations de surface.....	p. 279
2e CHAPITRE	Le problème de l'Aquitarien marin.....	p. 311
3e CHAPITRE	Le Miocène du bassin de Mus-Sommières et les lambeaux des plateaux du Gard.....	317
4e CHAPITRE	Aperçu sur le Miocène du secteur Salon- Saint Chamas- Fos, et sur celui de la côte de la Nerthe.....	p. 322

Au S des Alpilles les vastes régions alluviales de la Crau (cailloutis de quartzites du Pliocène supérieur), de la Camargue (cailloutis quaternaires), et de la Costière de Nîmes (marnes, sables et cailloutis pliocènes) masquent les terrains miocènes. Ceux-ci n'affleurent qu'à la périphérie: une étroite bande en bordure S des Alpilles (Arles-Eyguières); une région plus vaste près de l'étang de Berre (de Fos à Salon-de-Provence), qui se prolonge quelque peu sur le littoral de la Nerthe; enfin un petit bassin latéral vers le SW, celui de Sommières.

J'étudierai successivement ces diverses régions.

1er CHAPITRE

ETUDE DE LA SERIE MIOCENE SOUS LA CAMARGUE, LA CRAU ET LA
COSTIERE DE NIMES D'APRES LES DOCUMENTS PROFONDS, ET CORRELATION
AVEC LES OBSERVATIONS DE SURFACE.

=====

La campagne de sondages de la Compagnie d'Exploration Pétrolière (C.E.P., anciennement S.N.P.L.M.), entreprise depuis 1953, a traversé en de nombreux points sous le Quaternaire et le Pliocène la série marine miocène. Je donne dans les pages suivantes, sous forme de tableaux, les coupes partielles (relatives au Tertiaire seulement) de ces sondages, avec leur interprétation. Ceci me permet de présenter directement une synthèse stratigraphique et paléogéographique des formations miocènes de cette vaste région.

On peut ainsi reconnaître deux domaines distincts.

Paragraphe 1 : La costière de Nîmes et la région NW de la Camargue.

=====

Ce domaine correspond, sur une largeur de 15 à 25 km, et

une longueur de près de 40 km, à la zone bordière des plateaux calcaires grétacés du Gard, depuis Grau-du-Roi jusqu'au N de Bellegarde (voir carte FIG. 46). Contre ces plateaux, la limite du Miocène est brutale, marquée par le ressaut presque rectiligne de la grande faille anté-miocène de Nîmes, qui se suit de Lunel jusqu'à Sauveterre, sur plus de 70 km.

Cette région est caractérisée par une sédimentation de molasse gréseuse verdâtre au Burdigalien, suivie de marnes argileuses à l'Helvétien.

1°/ La formation burdigalienne.

Elle s'observe dans tous les sondages de Grau-du-Roi à Bellegarde (voir carte et tableaux). J'en donne simplement la liste, avec indication de l'épaisseur: Costières I (72 m), Aubord I (58 m), Générac I (58 m), Milhaud I (2 m), Milhaud 2 (60 m), Milhaud 3 (60 m), Milhaud 4 (57 m), Lunel 2 (8 m), Montcalm I (102 m), Vauvert I (plus de 85 m), Garons I (59 m), Caissargues I (84 m), Caissargues 2 (76 m), Campagne I (49 m), Aigues-Mortes I (162 m).

Le sédiment est une molasse gréseuse ou un grès calcaireux, quelquefois plus sableux, de teinte verdâtre (présence de glauconie et de chlorite). Il est assez zoogène, à débris de bryozoaires, d'échinides et de pectinidés. Il renferme assez souvent une petite faune de foraminifères. J'ai dénommé cette formation "grès molassiques verdâtres de la costière" (cf G. Demarcq, 1959). Son épaisseur, quand elle est complète, varie entre 50 et 80 mètres. Elle atteint toutefois 102 m à Montcalm et 162 m à Aigues-Mortes, dénotant une tendance locale à la subsidence.

Le même phénomène d'épaississement des couches, plus net encore, s'observe dans les sondages de Gallician: G I (137 m), G 2 (127 m), G 3 (265 m), G 4 (167 m), G 5 (137 m), G 6 (187 m), G 7 (149 m), G 8 (166 m), G 9 (140 m). Dans ce secteur, mis à part le sondage de Gallician 3 (subsidence ou Helvétien pro parte), la moyenne de l'épaisseur du Burdigalien est donc de 135-170 m. En même temps des intercalations appréciables de marnes sableuses grises s'observent dans les grès verdâtres.

Il est intéressant de relier ces observations avec celles que je citerai plus loin à Vauvert 1, Iscles 1 et 2, Charnier 1 et Grau 1. Il se dessine là une petite zone caractérisée par un épaississement et un envasement des faciès de la base du Miocène, zone qui se met dans le prolongement aval du bassin de Sommières, suivant une ligne Sommières- Mus- Vauvert- Gallician- Charnier- Montcalm- Aigues Mortes.

Quoiqu'il en soit, le faciès habituel des grès molassiques verdâtres de la Costière est tout à fait comparable à celui de la molasse gréseuse verdâtre de Saint-Restitut et des sables verdâtres de Chantemerle du bassin de Valréas.

Vers le NNE les grès molassiques verdâtres se remplacent par les calcaires de Beaucaire et les molasses calcaires de Jonquières, Montfrin, etc... (voir 4ème partie). En bordure même des plateaux du Gard, à Sernhac, nous avons noté (4ème partie, chapitre 3), au-dessus d'un Burdigalien calcareux, des sables verdâtres gréseux qui formaient transition entre Burdigalien et Helvétien. Leur moitié supérieure renferme des Ostrea crassissima Lmk et est ainsi attribuable à l'Helvétien inférieur (1er niveau), celui-ci se poursuivant par des marnes bleues à petits bancs zoogènes.

Il est fort possible qu'il en soit de même pour les sondages du Bas-Rhône précités, la partie supérieure des grès molassiques verdâtres passant progressivement à l'Helvétien inférieur. Tout dépend de la confiance que l'on accorde à l'Ostrea crassissima Lmk en tant que fossile stratigraphique; il convient à mon avis d'être très prudent: on rencontre déjà cette espèce par bancs considérables (voir plus loin) dans le Burdigalien du littoral de la Nerthe

On retrouve également des grès molassiques verdâtres en bas du village des Angles, avec les mêmes caractères stratigraphiques.

Le témoin le plus septentrional des grès molassiques verdâtres se retrouve à l'Etang de Courthezon (voir 4ème partie), daté - sous toutes réserves - de l'Helvétien inférieur par les Ostrea crassissima Lmk (1 niveau). Entre les deux points, le

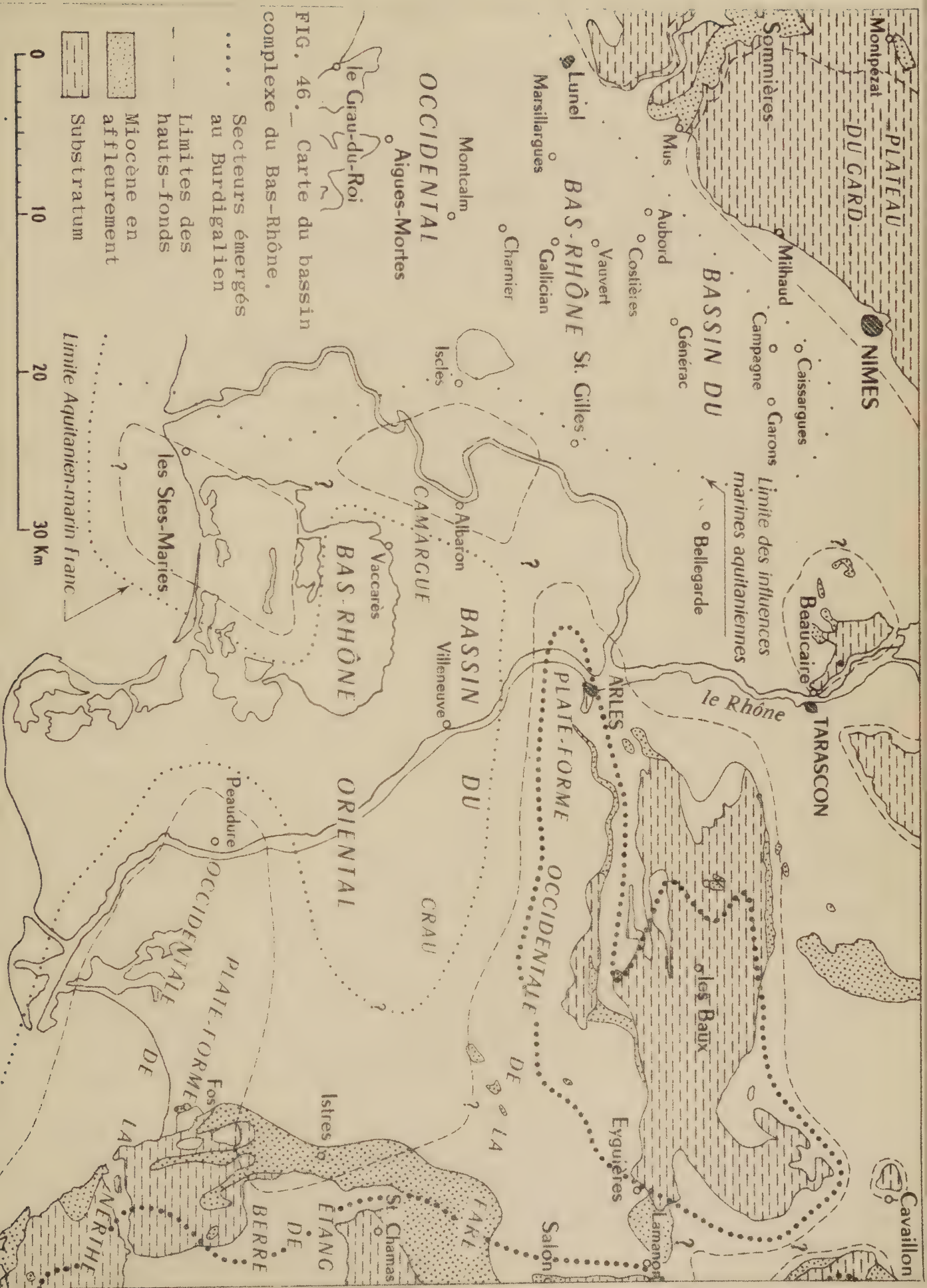
gîte de Sauveterre montre, intercalés dans les marnes bleues, des bancs sablo-gréseux ou gréso-molassiques intermédiaires. Il semble bien que se dessine ainsi, en bordure des plateaux du Gard (s.l.), un axe SW-NE, de Grau-du-Roi à Courthézon, marqué par la prédominance d'une sédimentation détritique au début du Miocène (Burdigalien, Burdigalien- Helvétien inférieur, ou Helvétien inférieur). Cet étalage détritique s'est manifesté le long du relief tectonique des plateaux du Gard de la même façon que les courants littoraux étalent actuellement le long de nos côtes les sables d'origine terrigène.

De même que cette molasse gréseuse de la Costière passe vers les hauts-fonds de Beaucaire à un calcaire zoogène, de même vers le littoral des plateaux du Gard elle devient une molasse calcaire zoogène et fossilifère (ex.: Mus, Aujargues dans le bassin de Sommières; voir plus loin). Pareillement, en direction de Montpellier, le Burdigalien devient calcaire et zoogène ("calcaire moëllon").

2°/ L'Helvétien.

Il est difficile de prétendre limiter exactement au Burdigalien la molasse gréseuse verdâtre de la Costière. Sa partie supérieure passe peut-être en partie dans l'Helvétien inférieur, ne serait-ce que par place. Mais l'erreur n'est guère mesurable étant donnée l'homogénéité d'ensemble dont témoigne, à l'échelle du bassin rhodanien méridional, la synthèse des observations régionales. La suite va nous le confirmer.

Au dessus de la molasse gréseuse de la Costière, s'observent en effet, dans la plupart des sondages présentés, des marnes argileuses fines, plus ou moins sableuses, quelquefois micacées. Leur teinte est gris ou gris-bleuté. Comme les formations équivalentes du bassin d'Avignon, elles évoquent le faciès "Schlier" du bassin autrichien. Elles ne sont jamais zoogènes ni fossilifères. Leur épaisseur varie de 40 à 110 m. Au sondage de Vauvert elles atteignent cependant 412 m, et comportent quelques bancs molassiques chloriteux. Comme pour le Burdigalien, leur réduction à des épaisseurs moindres est toujours liée à leur ravinement par le Pliocène discordant. (I)



Dans la majorité des cas, ces marnes sableuses bleutées reposent de façon bien délimitée sur les grès molassiques verdâtres. Leur attribution à l'Helvétien est basée sur leur identité de faciès avec les marnes argilo-sableuses du bassin d'Avignon auxquelles elles passent latéralement vers le N. C'est ce que confirme la microfaune (Lys, 1962). Leur épaisseur relativement modeste ne nécessite pas obligatoirement l'emploi du terme "Vindobonien" pour les qualifier.

3°/ Le Tortonien probable.

Localement toutefois, il existe des couches de nature lithologique assez différente superposées à ces marnes bleutées helvétiques. Leur âge miocène et non pliocène est assuré d'une part par leur recouvrement par les couches ocre de Gallician du Plaisancien inférieur, d'autre part par leur microfaune (Lys, 1952). A la vérité ce n'est que dans quelques sondages que la différence de faciès permet de les distinguer valablement. On note en effet des sables grossiers graveleux ou quartzeux à Albaron 2, Caissargues 2, Campagne 1. A Aubord 1, Gallician 2, Gallician 6, apparaissent des bancs grossiers nettement plus calcareux. Mais ailleurs ce sont des sables argileux ou gréseux gris-verdâtres, épais jusqu'à 122 m, qui ne diffèrent guère notablement des marnes argilo-sableuses grises de l'Helvétien.

L'épaisseur de ces formations varie de 70 à 120 m; comme pour les assises précédentes leur réduction locale à des épaisseurs beaucoup plus faibles (0 à 30 m) est due au ravinement du Plaisancien. Les stratigraphes des sondages pétroliers avancent l'attribution "Tortonien" pour ces formations. Effectivement elles n'existent que dans le chenal de la Costière, au dessus d'un Miocène assez épais qu'elles complètent par le haut. Mais l'étude de la microfaune (Lys, 1952) ne permet pas de donner de confirmation sûre à cette attribution.

(1) - La base de ce dernier est fréquemment marquée par les "couches ocre de Gallician" (cf. G. Demarcq, 1961), marneuses et saumâtres, qui peuvent également reposer sur le Burdigalien, l'Oligocène ou le Jurassique. Elles servent de repère intéressant.

<u>épaisseur</u>	<u>formation</u>	<u>âge</u>
28 m	conglomérat	Pliocène moyen sup.
12 m	marnes plastiques grises finement sableuses	) (Helvétien inf. 52 m
24 m	grès gris-vert à ciment marneux, localement zoogène	
16 m	marnes plastiques gris-vert	
16 m	marno-calcaire tendre, clair, plus calcaire et zoogène à la base	
24 m	calcaire blanc très zoogène	) (Burdigalien 40 m
S	marnes à passées sableuses ou calcaires	Crétacé supérieur

Peaudure 1

143 m	cailloutis, sables marnes et calcaires	Pliocène moyen
228 m	sables argileux gris	Plaisancien
17 m	conglomérats	Aquitaniien (?)
S	calcaire fissuré	

Villeneuve 1

455 m	argiles marneuses grises	Plaisancien
561 m	alternance de marnes grises, localement micacées, et de grès molassiques	Miocène indiffér.
148 m	calcaires gréseux à débris d'Echinodermes et de bryozoaires, avec lits de marnes grises et de sables glauconieux	) (Aquitaniien 558 m
312 m	grès molassique zoogène, glauconieux, à intercalations conglomératiques	
98 m	conglomérats polygéniques à éléments calcaires	
253 m	marnes bariolées	
31 m	conglomérats à petits bancs de calcaire zoogène	) (Oligocène
S	calcaire	Tithonique

Vaccarès 1

112 m	cailloutis	Villafranchien
88 m	sables grossiers	Astien
326 m	argile grise finement sableuse	Plaisancien
650 m	alternance d'argiles gris-bleu et de sables argileux gris localement consolidés	Miocène indiffér. (et Aquitanien pars)
164 m	sables très argileux, localement consolidés, grès glauconieux et micacés dans la moitié inférieure	Aquitanien
S	anhydrite, marnes rubannées, calcaire pulvérulent	Crétacé supérieur

Saintes 1

54 m	argile grise fossilifère	Quaternaire
66 m	cailloutis	Villafranchien
12 m	argile sableuse	Astien
S	dolomie	Jurassique sup.

Aigues Mortes 1

40 m	sables argileux coquilliers	Quaternaire
65 m	cailloutis	Villafranchien
61 m	sables argileux jaunes	Astien
594 m	argile plastique sableuse	Plaisancien
162 m	grès et sables molassiques, chloriteux et glauconieux	Miocène indiffér.
381 m	marnes bariolées, poudingues, calcaires, grès	Aquitanien
S	calcaire sublithographique	Kimméridgien

Grau 1

49 m	sables argileux fossilifères	Quaternaire
52 m	cailloutis	Villafranchien

73 m	sables argileux	Astien
573 m	argiles finement sableuses	Plaisancien
81 m	argile sableuse, grise, micacée	Vindobonien
56 m	grès calcaire chloriteux dans argiles calcareuses et sableuses grises	Burdigalien
S	conglomérats	Oligocène ?

Campagne 1

295 m	marnes argilo-sableuses grises, micacées, marno-calcaires gréseux gris	Plaisancien
19 m	graviers et sables quartzeux	Tortonien
53 m	marne argileuse grise, légèrement sableuse, finement litée et micacée	Helvétien
49 m	molasse glauconieuse et chloriteuse	Burdigalien
129 m	marne gréseuse grisâtre	Aquitaniens sup.)
393 m	marne sableuse, + micacée, bariolée, ligniteuse ou gréseuse	Aquitaniens moy.)
22 m	marne argileuse grise à végétaux, ostracodes et foraminifères	Aquitaniens inf.)

Faille

104 m	marne sableuse, + micacée et gréseuse, à débris végétaux, avec <i>Ostrea fimbriata</i>	Aquitaniens moyens
-------	--	--------------------

Lunel 1

15 m	sables et graviers	Astien
45 m	marnes grises à débris de Bryozoaires, sableuses à la base	Plaisancien
S	calcaires	Crétacé inférieur

Lunel 2

20 m	cailloutis et sables grossiers	Villafranchien-Astien
45 m	marnes grises sableuses	)
17 m	argile sableuse grise à débris de coquilles	(Plaisancien

8 m	sable fin à petits graviers glauconieux	Burdigalien
S	calcaire	Valanginien

Lunel 3

20 m	cailloutis	Villafranchien
43 m	sable jaune argileux et cailloutis calcaire	Astien
24 m	argile grise	Plaisancien
S	calcaire	Valanginien

Charnier 1

25 m	cailloutis	Villafranchien
43 m	sable argileux jaune ou rougeâtre	Astien
988 m	argile gris-bleuté, légèrement sableuse	Plaisancien
81 m	argile grise sableuse	Miocène
80 m	marnes grises micacées et grès glauconieux	Aquitaniens
S	marnes colorées et salifères	Oligocène ?

Caissargues 1

390 m	argiles gris-bleu	)	
118 m	argiles marneuses ou sableuses, sables argileux et quelques graviers	(	Plaisancien
84 m	grès glauconieux molassiques	)	Burdigalien
110 m	marnes sableuses grises ou noirâtres, à débris végétaux	(	
196 m	marnes argilo-sableuses, avec débris de coquilles	)	Aquitaniens
4 m	banc de calcaires beiges	(	330 m
20 m	marne sableuse grise à niveaux de lumachelle, à foraminifères	)	
S	marnes bariolées	)	Stampien

Caissargues 2

270 m	argile sableuse micacée gris-bleu	Plaisancien
17 m	sable quartzeux	Tortonien ?
39 m	marnes argilo-sableuses grises	Helvétien
76 m	grès molassique glauconieux et chloriteux	Burdigalien
462 m	alternance de marnes argilo-sableuses micacées et de grès à ciment marneux; quelques intercalations de marne ligniteuse et, à la base, de banc calcaire	Aquitanien sup. (
273 m	grès $\pm$ grossier	Aquitanien moy. (
335 m	marne sableuse grise, grès fins micacés, argile sableuse ligniteuse, molasse marneuse	(((((Aquitanien inf.)
570 m	marnes bariolées multicolores, à passées gréseuses, ligniteuses, molassiques ou calcaires	(((
S	marnes colorées, marno-calcaires, anhydrite, sel	Stampien

Arles 1

49 m	sables et argiles	Quaternaire
32 m	cailloutis	Villafranchien
18 m	sables argileux jaunes	Astien
21 m	argiles grises	Plaisancien
2 m	grès argileux	Miocène ?
S	calcaire crème fissuré	Tithonique

Arles, 2

22 m	argiles à Cardium et à débris végétaux	Quaternaire
30 m	cailloutis	Villafranchien
9 m	sables graveleux	Astien
31 m	argile sableuse grise	Plaisancien
S	calcaires, dolomies et calcaire gréseux	Crétacé

41 m	argiles et sables	Quaternaire
79 m	cailloutis	Villafranchien
164 m	argiles sableuses grises	Plaisancien
10 m	calcaire zoogène à Bryozoaires	Burdigalien
S	calcaire dolomitique fissuré	Purbeckien

Albaron 2

36 m	sables argileux fins, micacés, à coquilles	Quaternaire
49 m	cailloutis	Villafranchien
115 m	sable jaune argileux	Astien
255 m	sables argileux pyriteux, grès et argiles sableuses grises micacées	Plaisancien
107 m	sables plus ou moins argileux, sables et graviers à la base	Tortonien ?
191 m	argiles grises à amas pyriteux, débris de coquilles et foraminifères	Helvétien- Burdigalien
S	marnes rubanées versicolores; faibles intercalations sableuses, glauconieuses ou ligniteuses	Aquitanien ?

Albaron 3

29 m	sables gris micacés et tourbe	Quaternaire
47 m	cailloutis	Villafranchien
32 m	sable quartzeux et argileux fin	Astien
35 m	sables argileux gris pyriteux, à fossiles plaisanciens	) () Plaisancien
62 m	argile grise	()
11 m	argile ocre (couche de Gallician)	(
S	dolomies et calcaires	Jurassique sup. ?

Albaron 4

22 m	sables micacés à limonite et tourbe	) (Quaternaire)
19 m	argile marneuse grise	
88 m	cailloutis, argileux à la base	Villafranchien
23 m	sables gréseux, graveleux à la base	Astien
78 m	argile sableuse grise	Plaisancien
118 m	sables marneux gris	Miocène
47 m	marnes grises rubanées à quelques dragées de quartz, et sables gris	Aquitaniien ?
S	calcaire crème fissuré	Jurassique sup.

Albaron 5

33 m	argile sableuse fossilifère	Quaternaire
45 m	cailloutis	Villafranchien
48 m	sables, graveleux à la base	Astien
174 m	sables argileux gris et fins, micacés, fossilifères, plus argileux à la base	) (Plaisancien)
10 m	marnes	
S	calcaire à Clypéines	Purbeckien

Albaron 6

16 m	argiles avec quelques galets, tourbe et fossiles lacustres et saumâtres	Quaternaire
34 m	cailloutis	Villafranchien
50 m	sables $\pm$ argileux	Astien
446 m	argile gris-bleu, sableuse	Plaisancien
146 m	alternance de calcaire zoogène (total 65 m) et de sables, grès ou marnes glauconieux (total 81 m)	Burdigalien
60 m	marno-calcaire	) (Aquitaniien)
41 m	conglomérat	
S	calcaires	Tithonique

Albaron 7

37 m	argile fossilifère et tourbe	Quaternaire
59 m	cailloutis	Villafranchien
61 m	sables argileux puis argile sableuse	Astien-
51 m	sables argileux et argiles sableuses	Plaisancien
6 m	calcaire siliceux gris (= ? grès calcaireux gris)	Miocène
		77 m
20 m	sables argileux gris puis argiles grises glauconieuses	
S	calcaire	Purbeckien

Albaron 8

38 m	sable, argile et tourbe	Quaternaire
6 m	cailloutis	Villafranchien
24 m	sable argileux jaune	Astien
198 m	sable argileux gris fin	Plaisancien
sur 87 m	argile grise plastique	Miocène

Garons 1

230 m	argile bleue fossilifère	
35 m	argile sableuse beige à débris végétaux (couche de Gallician)	Plaisancien
37 m	molasse glauconieuse, avec quelques débris zoogènes	Burdigalien
		59 m
22 m	grès glauconieux fin	
sur 12 m	grès peu consolidé	Aquitancien ?

Bellegarde 1

181 m	argile sableuse grise fossilifère, puis argile gris-bleutée pyriteuse	Plaisancien
11 m	argile sableuse ocre (couche de Gallician)	
28 m	sable glauconieux consolidé puis argile	Miocène ?

S calcaires Valanginien

Montcalm 1

34 m	sables et argiles, avec coquilles	Quaternaire
30 m	cailloutis	Villafranchien
70 m	sable jaunâtre $\pm$ grossier et argileux	Astien
540 m	argile grise $\pm$ sableuse	) (Plaisancien (
21 m	argile gris à gris ocre (couche de Gallician)	
198 m	sables argileux fins et argiles, gris et micacés	Vindobonien
102 m	sable calcaireux gris, chloriteux, micacé, $\pm$ argileux ou glauconieux localement	Burdigalien
147 m	argile sableuse et sable argileux bariolés	) (Aquitanien moyen (
22 m	grès sableux, localement argileux ou grossier	
?	argile sableuse grise	Aquitanien inf.
S	marnes colorées et calcaires	Oligocène

Montcalm 2

43 m	sables argileux à débris de coquilles	Quaternaire
40 m	cailloutis	Villafranchien
92 m	sable argileux jaune	Astien
903 m	argile grise micacée et pyriteuse, à intercalations sableuses	) (Plaisancien (
77 m	sable argileux à bancs grossiers glauconieux ou caillouteux	
?	marnes colorées $\pm$ gréseuses ou ligniteuses	Aquitanien
	marnes colorées et calcaires	Oligocène

Isclès 1

30 m	argile et sable argileux à débris de coquilles	Quaternaire
------	--	-------------

35 m	cailloutis	Villafranchien
93 m	argile sableuse jaune et sable grossier	Astien
607 m	argile marno-sableuse grise, tourbeuse au sommet, à débris de coquilles au sommet et à la base	Plaisancien
156 m	Marnes grises sableuses micacées	Helvétien
46 m	marne gris beige compacte et molasse grise + dolomitiques	Burdigalien 141 m
27 m	marne grise micacée avec un mince banc de calcaire crayeux blanc	
68 m	grès glauconieux vert, + micacé et chloriteux, avec bancs microconglomératiques; et marnes sableuses grises avec un banc calcaire	
36 m	marnes gréseuses glauconieuses, avec 2 bancs calcaires	
42 m	marnes chocolats	Aquitaniien ?

Isclès 2

30 m	argile sableuse, tourbeuse, et sables fossilifères	Quaternaire
18 m	cailloutis	Villafranchien
83 m	argile, sable jaune et graviers	Astien
477 m	argile marneuse plastique, grise, silteuse, à microfaune	Plaisancien
19 m	argile marneuse plastique, grise, avec grès fins à la base	Burdigalien 48 m
8 m	molasse glauconieuse	
21 m	argile marneuse grise plastique, finement sableuse	
	calcaire dolomitique vacuolaire	Portlandien

Costières 1

26 m	cailloutis	Villafranchien
54 m	sables jaunes	Astien

644 m	argile marneuse plastique, gris-bleu, finement sableuse	)	
		(	Plaisancien
30 m	argile grise jaune (couche de Gallician)	(	
27 m	grès fins $\pm$ argileux, gris verdâtres	)	
		(	Vindobonien
75 m	marnes grises finement micacées, $\pm$ sableuses	)	102 m
		(	
72 m	grès molassique glauconieux, à intercalations de marne sableuse		Burdigalien
226 m	marnes sableuses grises à bancs gréseux, ou calcaires ou bariolés	)	
		(	
536 m	marnes grises à bancs gréseux ou lumachel- liques, avec Gastéropodes, Lamellibranches et foraminifères	)	Aquitanien
		(	1780 m
		)	
1018 m	marnes grises avec lumachelle à huîtres, grès molassiques, et à la base marne bariolée et anhydrite	)	
		(	

Aubord 1

15 m	cailloutis		Quaternaire
7 m	sable jaune $\pm$ argileux		Astien
408 m	argile grise	)	
		(	Plaisancien
12 m	marne argileuse ocre (couche de Gallician)	)	
110 m	sables marneux, marnes et grès, verdâtres (dans la base un banc de calcaire molas- sique blanchâtre)	)	
		(	Vindobonien
		(	210 m
100 m	marne sableuse gris-verdâtre	)	
58 m	grès molassique glauconieux, zoogène		Burdigalien
S	argile et sables marneux		Aquitanien

Générac 1

10 m	sable jaune micacé		Astien
635 m	argile marneuse, plastique, gris-bleuté		Plaisancien
111 m	argile marneuse $\pm$ sableuse et micacée, gris-bleuté		Helvétien
58 m	grès molassique glauconieux, verdâtre		Burdigalien

S marnes argilo-sableuses Aquitanien

Milhaud 1

15 m	cailloutis	Villafranchien
7 m	sable jaune	Astien
25 m	marnes argileuses bleutées, fossilifères (à la base, sables argileux et graviers)	Plaisancien
2 m	grès calcaireux glauconieux	Burdigalien
S	calcaire	Barrémien

Milhaud 2

15 m	cailloutis	Villafranchien
6 m	sable argileux jaune	Astien
166 m	argile marneuse plastique, bleutée, sableuse et micacée, fossilifère	) (Plaisancien 195 m
29 m	argile sableuse, gris-verdâtre à ocre (couches de Gallician)	()
60 m	grès calcaireux, glauconieux et chloriteux, très riche en débris de coquilles	Burdigalien
S	sables glauconieux et argiles grises puis grès et marnes versicolores	Aquitanien

Milhaud 3

34 m	cailloutis	Villafranchien
2 m	sables argileux jaunes	Astien
304 m	argile grise micacée, fossilifère, sableuse à la base	Plaisancien
60 m	grès calcaireux, glauconieux et chloriteux	Burdigalien
248 m	sables argileux et grès marneux glauconieux	) Aquitanien
214 m	marne versicolore, argile sableuse	(462 m
S	brèche monogénique calcaire	Oligocène

Milhaud 4

28 m	cailloutis	Villafranchien
314 m	argile marneuse grise, fossilifère, sableuse à la base	Plaisancien
57 m	grès molassiques glauconieux	Burdigalien
210 m	sables argileux à niveaux de grès molassiques glauconieux	) Aquitanien (369 m
159 m	marne versicolore, sables et marnes gris	(
S	conglomérat monogénique calcaire	Oligocène

Vauvert 1

83 m	sables argileux jaunes	Astien
492 m	argile marneuse plastique grise	) Plaisancien (510 m
18 m	argile gris-ocre	)
55 m	argile marno-sableuse et grès calcaireux chloriteux	) (
190 m	argiles marneuses grises micacées	) Vindobonien (327 m
82 m	argile marno-sableuse avec, à la base, bancs de grès calcaires chloriteux	(
85 m	argile sableuse et grès calcaireux chloriteux	Burdigalien 100 m
? m	grès molassiques chloriteux, coquilliers	

Gallician 1

88 m	sables, grès, argiles et graviers, avec tourbe	Astien
498 m	argile gris-bleu, sableuse et micacée dans le haut	) (
19 m	argile brunâtre finement sableuse (couches de Gallician)	) Plaisancien (
77 m	sable argileux gris-blanchâtre à gris-verdâtre, durci, glauconieux	) (
12 m	grès calcaire chloriteux, grossier, à bryozoaires	) Tortonien ? (89 m (

259 m	argile marneuse grise, finement sableuse et litée, micacée. intercalation de sables argileux à la base	Helvétien
137 m	marnes gréseuses grises, micacées ou non, avec intercalations gréseuses ou molassiques	Burdigalien
542 m	(sables glauconieux et marnes bariolées) (marnes sableuses avec localement Chara ou) (passées ligniteuses, sinon ailleurs) (bariolées)	Aquitaniien
S	marnes bariolées, calcaires, anhydrite, grès, etc...	Oligocène

Gallician 2

101 m	argile sableuse jaune, avec niveaux tourbeux ou caillouteux	Astien
481 m	argile grise plastique, sableuse dans le haut	(Plaisancien)
20 m	argile brun ocre (couches de Gallician)	()
26 m	grès argilo-sableux	(Tortonien ?)
39 m	grès calcaireux grossier (molasse à dragées) et sable argileux grossier	(65 m)
214 m	argile marneuse grise micacée	Helvétien
127 m	grès molassique glauconieux et marne gréseuse grise micacée	Burdigalien
135 m	marne sableuse versicolore et grès fins glauconieux	() () (Aquitaniien)
526 m	marnes gréseuses grises (localement ligniteuses) ou bariolées, et marno-calcaire	()
S	marnes bariolées, calcaires, anhydrite, grès, etc...	Oligocène

Gallician 3

66 m	sable argileux, tourbeux par place	Astien
505 m	argile sableuse grise, plastique	() (Plaisancien)
13 m	argile gris-jaune (couches de Gallician)	()

78 m	argile sableuse grise	Tortonien ?
212 m	argile gris-bleu micacée	Helvétien
265 m	marne gréseuse ou sableuse, grise, finement micacée, avec intercalation de grès molas-sique calcareux	Burdigalien
389 m	grès et marnes bariolées, argile marno-sableuse grise, grès calcaire	Aquitaniien
S	marnes bariolées, anhydrite, calcaires, grès, etc...	Oligocène

Gallician 4

70 m	sable argileux jaunâtre	Astien
545 m	argile plastique grise, plus sableuse au sommet	) (Plaisancien
40 m	argile brun-ocre (couches de Gallician)	
177 m	argile gris-bleu <u>±</u> micacée, avec passées sableuses	Helvétien
167 m	marnes gréseuses ou sableuses, grises, finement micacées, à intercalations de grès molassique glauconieux	Burdigalien
303 m	marnes versicolores ou gréseuses, grises et micacées; minces bancs de calcaire crème	Aquitaniien
S	marnes bariolées, anhydrite, calcaires, etc...	Oligocène

Gallician 5

66 m	argile sableuse et sable argileux jaunâtre	Astien
500 m	argile grise localement sableuse	) (Plaisancien
18 m	argile brun-ocre (couches de Gallician)	
332 m	argile marneuse grise, <u>±</u> sableuse ou micacée	Vindobonien
137 m	marne grise et sables gréseux chloriteux	Burdigalien
138 m	marne grise micacée, <u>±</u> gréseuse	) (Aquitaniien
340 m	marne bariolée à bancs de grès gris, ou localement de calcaire beige et d'anhydrite	

S marnes bariolées, anhydrite, calcaires, grès, etc... Oligocène

Gallician 6

101 m	sable argileux jaune	Astien
491 m	argile grise plastique	) (Plaisancien (
22 m	argile gris-jaunâtre, à microfaune plaisancienne (couches de Gallician)	
57 m	sables argileux gris fins, avec un banc de grès molassique chloriteux au sommet et des grès grossiers et friables calcaireux à la base	Tortonien ?
184 m	argiles marneuses plastiques, grises, finement micacées et chloriteuses	Helvétien
187 m	marne argileuse grise, finement sableuse et micacée, et sable argileux fin chloriteux grès molassique glauconieux à la base	Burdigalien
450 m	marnes grises, ± gréseuses, légèrement chloriteuses	) (Aquitanien (
200 m?	sables et calcaires gréseux, marnes gréseuses à bancs calcaires, marne bariolée	

Gallician 7

75 m	sable argileux jaune	Astien
538 m	argile plastique grise	) (Plaisancien (
21 m	argile gris-jaune (couches de Gallician)	
85 m	sable argileux chloriteux gris-verdâtre, avec grès molassique blanchâtre dur à la base	Tortonien ?
193 m	argile plastique gris-bleu micacée	Helvétien
149 m	marne sableuse à intercalations de grès molassiques, et grès molassique chloriteux	Burdigalien
495 m	) marnes bariolées, grès argileux et marnes calcaires grises	) (Aquitanien (
	(marnes bariolées ou gréseuses	

S	marnes bariolées, anhydrite, calcaires grès, etc...	Oligocène
---	--	-----------

Gallician 8

75 m	marne gréseuse jaune, à passées tourbeuses et sableuse à la base	Astien
531 m	argile grise plastique, localement sableuse	)
		(
		)
16 m	marnes argileuses gris-jaune (couches de Gallician)	(
		)
372 m	argiles marneuses gris à gris-bleu, mica- cées à la base, à niveaux sableux	Vindobonien
32 m	grès à ciment calcaire (= molasse), avec intercalations de marne grise micacée	)
		(
		)
41 m	marne gréseuse gris-brun, à intercalations de calcaire coquillier	(Burdigalien 166 m
		)
		(
58 m	marne argileuse grise glauconieuse	)
		(
35 m	grès molassique chloriteux, à passées coquillères	)
		(
455 m	marnes versicolores à intercalations gré- seuses, avec bancs de calcaire gréseux au sommet et de calcaire esquilleux à la base	Aquitaniien
S	marnes bariolées, anhydrite, calcaires, grès, etc...	Oligocène

Gallician 9

95 m	argile jaune avec tourbe et cailloutis, et sables gris-jaunâtres	Astien
473 m	argile plastique gris-bleu, plus ou moins sableuse	)
		(
		)
13 m	argile rose (couches de Gallician)	(
304 m	argile marneuse gris ou gris-bleu, fine- ment sableuse, $\pm$ micacée	Vindobonien
50 m	argile grise micacée, avec éléments de calcaire crayeux blanc	)
		(
		)
90 m	grès molassique et chloriteux, avec passées d'argile	(Burdigalien 140 m
		)

90 m	grès molassique gris chloriteux, avec passées marneuses	) (	
385 m	marnes gréseuses et bariolées, puis grès fin micacé avec passées ligniteuses, débris de coquilles et lits gypseux	) (	Aquitanién
S	marnes bariolées, anhydrite, calcaires, grès, etc...		Oligocène

Dans ce cas on peut alors employer pour l'ensemble la dénomination de "Vindobonien".

Il se pourrait aussi que, dans certains sondages, on ne fasse que retrouver - sous un faciès un peu différent du fait du passage à des conditions de milieu moins littorales - une formation équivalente au grès molassique zoogène du Comtat, lequel marque dans le bassin d'Avignon le toit de l'Helvétien inférieur (voir 4ème Partie). Les conditions moins littorales expliqueraient l'épaisseur plus grande des marnes argilo-sableuses sous-jacentes, qui atteignent quelquefois 200 à 250 m, et qui seraient alors à paralléliser seulement avec les marnes bleues de Caumont.

Paragraphe 2 : Région centrale et orientale du Bas-Rhône.

=====

Voyons maintenant ce que deviennent les formations miocènes vers le SE, c'est-à-dire sous les 3/4 de la surface de la Camargue et sous la Crau.

On pourrait s'attendre à pénétrer dans un vaste domaine de pleine mer, relativement profond, au faciès vaseux uniforme, et largement ouvert sur la Méditerranée. Il n'en est rien, ce domaine paraît au contraire très varié. Nous allons voir qu'il n'est que le prolongement méridional du bassin d'Avignon, avec les mêmes caractères d'hétérogénéité structurale, marqué de hauts-fonds et de bas-fonds.

Les coupes des sondages se répartissent en trois catégories, correspondant à trois conditions possibles de sédimentation.

1°/ Zone de passage entre la Costière et la Camargue.

Cette région montre la transition, au Burdigalien, entre les aires de sédimentation grés-molassique et de sédimentation vaseuse.

Elle se marque soit par une intercalation variable de bancs argileux et de bancs grés-molassiques, soit par l'existence d'un sédiment mixte grés-argileux ou marno-sableux. On observe

cette transition dans les sondages suivants: Grau 1 (56 m), Montcalm 1 (102 m), Iscles 1 (141 m), Iscles 2 (48 m). Les 9 sondages de Gallician montrent également, ainsi que j'ai signalé dans le paragraphe précédent, des bancs argilo-sableux intercalés dans la masse des grès molassiques verdâtres, ces derniers étant quand même prédominants.

Au dessus de ces formations burdigaliennes devenant progressivement vaseuses, on note la présence des mêmes marnes plastiques gris-bleutées, plus ou moins sableuses, que celles de l'Helvétien de la Costière. Leur épaisseur, limitée par le Pliocène discordant, est au moins de 180 m.

2°/ Zone de sédimentation compréhensive vaseuse.

Dans la majorité de la surface correspondant à la Camargue et à la Crau, toute la série miocène est devenue vaseuse. C'est une série monotone, argilo-marno-sableuse, dont les variations vers le pôle sableux ou le pôle argileux se font au hasard. On ne peut juger malheureusement de son épaisseur véritable, le ravinement par le Pliocène l'ayant considérablement réduite. Un bon ordre de grandeur peut être néanmoins donné par le sondage de Villeneuve, situé à la limite de la Camargue et de la Crau: les marnes sableuses plastiques ont été traversées sur 561 mètres. A Vaccarès l'ensemble du Miocène s.s. a été traversé sur 650 m. Ailleurs on note: Albaron 2 (191 m), Albaron 4 (165 m), Albaron 7 (87 m), Albaron 8 (87 m), Charnier 1 (81 m).

On ne peut établir de façon plus nette et plus simple le passage latéral des grès molassiques de la Costière à des marnes plastiques sableuses. C'est, avec une ampleur beaucoup plus grande, le même phénomène que ceux que j'ai déjà signalés dans les bassins de Faucon, de Carpentras et d'Avignon. On remarque, une fois de plus, l'importance primordiale des conditions lithologiques et structurales du substratum sur la nature de la sédimentation au début du Miocène dans le bassin rhodanien.

3°/ Les hauts-fonds sous-marins à sédimentation burdigalienne calcaire.

Au milieu de cette vaste région aux sédiments vaseux

monotones, une troisième série de sondages, en contraste frappant avec les précédents, ne montrent pas de faciès vaseux à la base du Miocène. Ils coïncident avec des remontées du substratum calcaire mésozoïque, dont la localisation et la profondeur ont été précisées par des études sismiques (C.E.P.). Leur origine est en grande partie tectonique: on a pu localiser des failles de direction principale NNE-SSW, parallèles au système des failles de Nîmes, de Pujaut, etc... et d'âge anté-miocène. Mais cette structure est probablement aussi en partie due à une intense érosion continentale, qui a eu toute latitude de se manifester pendant la fin des temps crétacés et une bonne partie des temps tertiaires. A la fin de l'Oligocène notamment, le niveau de base de la Méditerranée était relativement bas, quoique assez proche du littoral actuel: ainsi les dépressions tectoniques ont pu être notablement surcreusées, sous forme de chenaux, par l'installation d'un réseau hydrographique.

On peut distinguer trois zones de hauts-fonds principales, d'extension très inégale.

a) Le haut-fond d'Albaron.

A très peu de distance des sondages présentant une série miocène argilo-marneuse, le sondage d'Albaron 6 montre, sur près de 150 mètres, une alternance de marnes ou de sables glauconieux et de calcaires molassiques zoogènes. On est là sur la bordure d'un relief sous-marin, en un point où s'engrènent latéralement l'un dans l'autre le faciès d'envasement ou d'ensablement et le faciès organogène calcaire. Au sondage d'Albaron 1 le Pliocène discordant a érodé considérablement le Miocène et ne laisse subsister qu'une dizaine de mètres de calcaire zoogène à Bryozoaires. Dans les sondages d'Albaron 3 et 5, tout le Miocène est enlevé, le Plaisancien recouvre directement les calcaires jurassiques. Il ne s'agit pas d'un ravinement profond par le Plaisancien, mais bien d'une remontée antérieure du substratum, puisqu'à Albaron 3 le Tithonique n'est qu'à 216 m de profondeur sous le sol.

b) Le haut-fond d'Arles.

On suit les affleurements de calcaires molassiques du

Burdigalien des Alpilles assez loin au SW de Fontvieille, jusqu'à 3 km d'Arles. Au delà, sous les alluvions quaternaires, la ligne de haut-fond dessinée par le substratum se prolonge encore. Les calcaires crétacés affleurent en effet isolément dans la ville d'Arles elle-même. Un peu plus loin le sondage d'Arles 2 indique, à 92 m de profondeur, la discordance du Plaisancien argileux sur les calcaires du Crétacé inférieur. Par contre, on ne peut rien déduire de sûr de la présence sur le Tithonique, au sondage d'Arles 1, de 2 m de grès argileux; ils sont peut-être miocènes, mais peut-être aussi à rattacher au Pliocène sus-jacent. De toute façon, les documents manquent pour savoir si un seuil séparait ou non le haut-fond d'Albaron de celui d'Arles. Quoiqu'il en soit le passage ne pouvait excéder dix km de large.

c) La plate-forme de Fos.

Je passerai rapidement en revue, dans un proche chapitre, les diverses formations miocènes de la région de Fos et Istres. Leur nature variée et fossilifère permet d'y distinguer les divers étages habituels du Miocène, et dénote des conditions de sédimentation néritiques. En particulier le Burdigalien développe des faciès marneux, sableux et molassiques. De pareilles conditions paraissent s'être poursuivies plus loin vers l'W. A 7 km au NW de Fos, près de la partie N de l'étang de Galéjon, le sondage de Fos 1 a traversé 40 m de calcaire blanc d'aspect crayeux, tendre, finement vacuolaire et très zoogène (lamellibranches, polypiers, bryozoaires). La partie supérieure devient progressivement marno-calcaire, en même temps que finement sableuse et phylliteuse, et prend une teinte gris-verdâtre clair. Ce dernier faciès rappelle, avec une position stratigraphique équivalente, les marnes à Hinnites des Angles (voir 4ème Partie).

Au dessus de ce Burdigalien, le sondage de Fos a traversé sur 52 m des marnes argileuses plastiques, gris-bleuté ou gris-verdâtre, finement sableuses; elles s'associent largement à des grès calcareux glauconieux et chloriteux plus ou moins zoogènes. C'est le faciès habituel de l'Helvétien inférieur de zone néritique.

Cette plate-forme se poursuit encore plus loin vers l'W. Le substratum antémioène affleure en effet lui-même sur la rive E de l'étang de la Roque: quelques hectares de calcaires aptiens. A une bonne dizaine de km au delà, le sondage de Peaudure a rencontré directement sous le Plaisancien discordant des conglomérats aquitaniens, puis le Crétacé.

Les reliefs des chaînons crétacés de La Fare et de la Nerthe se poursuivent donc assez loin vers l'W. Ainsi se prolonge, avec un ennoyage très progressif, la pénéplaine antémioène provençale.

d) Le haut-fond des Saintes-Maries.

Sur la bordure même du littoral actuel, aux Saintes-Maries de la Mer, un sondage a atteint, sous le Pliocène, les calcaires dolomitiques tithoniques à la profondeur de 132 m, dénotant une remontée importante du substratum, en plein milieu pourtant du delta du Rhône. D'autres documents profonds seraient utiles pour retrouver les dépôts burdigaliens dans ce secteur; et, sachant leur faciès, pour juger ainsi de l'époque (antémioène ou seulement antépliocène) à laquelle s'est réalisé ce relief.

Un problème se pose en effet au sujet de l'interprétation de ces résultats. Il convient de remarquer qu'à partir du moment où le Pliocène recouvre en discordance le substratum, sans témoin d'assises burdigaliennes, on court le risque de confondre deux choses: les incidences tectoniques de la phase antémioène, responsables des hauts-fonds de la mer miocène, et qui nous occupent ici; et celles de la phase postmiocène, qui ont pu plisser puis éroder l'ensemble Miocène-Substratum sous le Plaisancien marin. A la vérité, à part le bombement postmiocène des Alpilles, d'orientation E-W, la majorité des structures tectoniques du Gard et du Bas-Rhône sont antémioènes ("domaine pyrénéo-provençal"). Elles n'ont fait que rejouer à la fin du Miocène. Elles s'opposent ainsi aux structures des autres régions de la vallée du Rhône (bassin de Valréas, de Montélimar, de Crest; chaînes de la Chartreuse et de la Savoie), qui dépendent surtout de la phase alpine postmiocène.

Ainsi peut-on admettre que les hauts-fonds de la mer

miocène n'ont fait que servir ensuite, après une érosion plus ou moins poussée des sédiments molassiques, de hauts-fonds à la mer pliocène. Les plateaux du Gard, des Angles, de la Montagne en sont des exemples manifestes. Effectivement, si, aux sondages de Lunel 1 et 3 le Pliocène est directement discordant sur les calcaires crétacés, les lambeaux burdigaliens molassiques des plateaux du Gard (voir plus loin) témoignent également du relief qu'avait cette région au Miocène.

La région du Bas-Rhône se révèle ainsi, au Miocène, comme un domaine de structure complexe, une sorte d' "archipel sous-marin", qui prolonge de façon naturelle le bassin d'Avignon. Il y a même lieu de distinguer dans ce vaste domaine deux bassins assez distincts: celui du Bas-Rhône occidental, situé à l'W d'une ligne Arles- Albaron- Saintes Maries, et celui du Bas-Rhône oriental, situé à la partie E de cette ligne (G. Demarcq, 1962). L'étude de l'Aquitanién marin nous confirmera cette distinction: le premier bassin montre une série miocène s.s. transgressive et discordante sur un Aquitanién lagunaire; le second une même série miocène concordante (ou du moins apparemment concordante) sur un Aquitanién marin. Ce dernier bassin a dû communiquer de manière à la fois large et précoce avec la Méso-gée franche par un détroit important situé entre le haut-fond des Saintes-Maries et celui de Peaudure. Indépendamment de ces faits, il est à noter, au point de vue paléontologique, une certaine différence dans la faune burdigalienne et helvétienne de ces deux bassins. Aux données paléogéographiques se superpose une notion de province biologique indéniable: la faune de Mus, Aujargues, Sommières n'est pas tout à fait la même que celle de Fos, Istres et Saint-Chamas (voir plus loin).

La carte FIG. 46 résume les analyses précédentes en un essai de synthèse paléogéographique conçue comme une carte de faciès superposée à une carte paléo-structurale. Les limites du bas-fond de la Crau sont difficiles à préciser. Il convient toutefois de remarquer que la présence à Villeneuve d'une épaisse série miocène vaseuse tend à infirmer sérieusement l'hypothèse de Combaluzier (1932) selon laquelle cette région formait un dôme pendant l'époque miocène, et que seule y serait arrivée

la transgression helvétique. En réalité, dès le début du Miocène, une zone relativement profonde existait entre la plate-forme de Fos- Peaudure et celle d'Arles- les Alpilles.

Paragraphe 3 : Corrélation avec les affleurements d'Arles à Eyguières
 =====
 et de ceux épars de la Crau nord-orientale.
 =====

Dans la quatrième partie, nous avons quitté l'étude du Miocène du Sud du Comtat avec les affleurements de calcaire organogène des Baux. Ils sont situés sur la partie synclinale médiane de l'aire anticlinoriale du chaînon des Alpilles, qui, ainsi que nous l'avons vu, constituait au Burdigalien un relief sous-marin. Au N, dans la plaine du Comtat se développaient des faciès compréhensifs Burdigalien-Helvétien d'ensablement et d'envasement.

Au S de ce haut-fond des Alpilles s'étend par contre une province plus complexe, où nous allons retrouver les traits principaux des structures étudiées au paragraphe précédent.

On peut distinguer ainsi quatre zones du N au S, suivant une coupe Les Baux- Maussanne- Mouriès-la Crau (voir FIG. 47). Si la zone I correspond au développement des faciès calcaires organogènes burdigaliens, la zone II acquiert une lithologie différente avec des sables gréseux d'allure banale helvétique. On rencontre cette formation depuis les abords E d'Arles jusqu'au delà du Château du Grand Gabegat, puis au S de Mouriès jusqu'auprès d'Aureille. Elle forme une bande d'affleurement en cuesta, qui constitue le substratum de la Crau pliocène et quaternaire.

A 1 km au NNE de Mouriès, des sables gréseux jaunâtres constituent un affleurement d'épaisseur et de surface très réduites, près du lieu-dit le Castellat. Ils reposent sur une plate-forme abrasée constituée par la dolomie tithonique et les calcaires lacustres lutétiens. Ces derniers, en particulier, montrent de très belles surfaces à perforations. Ils livrent de rares fossiles, roulés et brisés, difficilement déterminables, parmi lesquels M. Girod (D.E.S., Paris, février 1961) cite

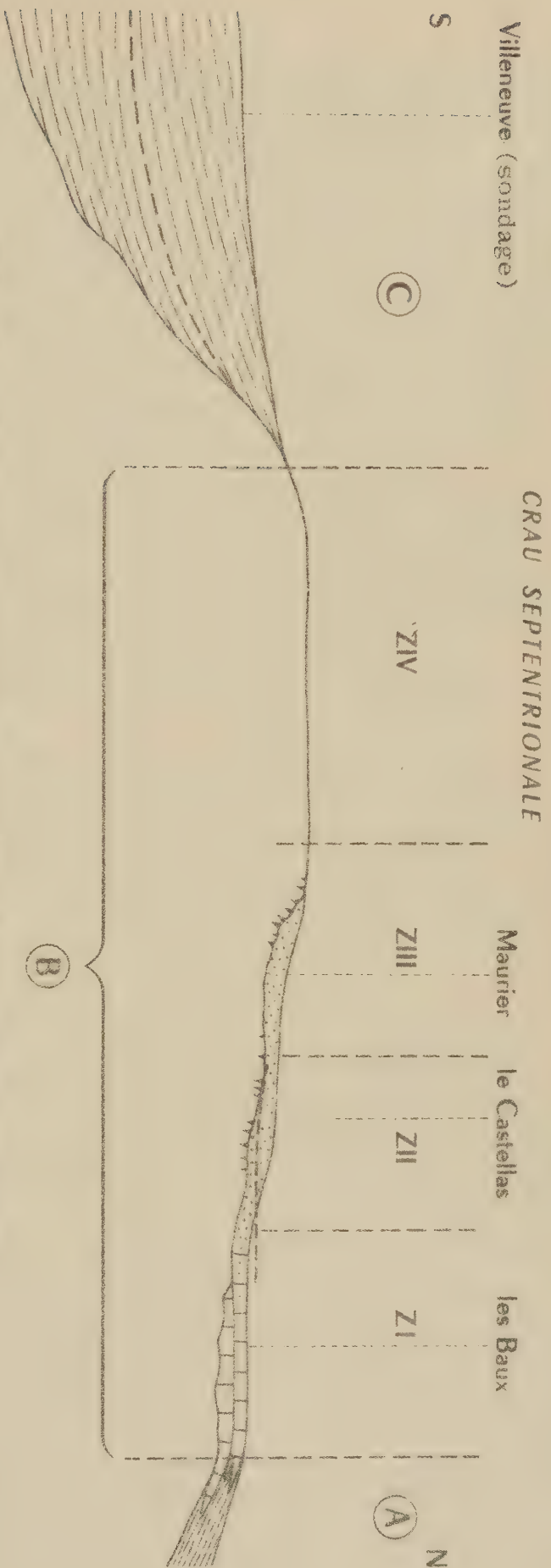


FIG. 47. Profil schématique de la plate-forme des Alpilles et de la Crau septentrionale au Miocène.

- A zone de sédimentation vaseuse du Comtat
- B plate-forme Alpilles-Crau
- C zone de sédimentation vaseuse du Bas-Rhône oriental

Détail de la zone B :

- Z I sédimentation de calcaire zoogène au Burdigalien
- Z II limite de la transgression burdigalienne
- Z III littoral érodé à l'Helvétien inférieur
- Z IV zone émergée de la Crau septentrionale

en tirets : limite stratigraphique Burdigalien-Helvétien

cependant Chlamys praescabriuscula FONT. On aurait donc là encore le témoin d'une formation d'âge burdigalien, du moins à la limite Burdigalien- Helvétien inférieur.

Entre Aureille et le carrefour des routes à l'E de Mouriès, le Miocène présente une lithologie un peu différente. Ce sont des sables jaunes-roussâtres irrégulièrement grésifiés par bancs, vacuolaires par place. Ils livrent localement des débris d'organismes: huîtres, balanes, bryozoaires, pectinidés. M. Girod y cite, à plusieurs niveaux, mais principalement à la base, Chlamys scabriuscula MATH.

A la suite de cet ensemble d'observations, on peut conclure que ces sables gréseux de la cuesta de Mouriès correspondent à un niveau peu élevé au dessus du Burdigalien. Leur position stratigraphique et paléogéographique, ainsi que leur faciès, me les font personnellement mettre en équivalence avec les grès molassiques du Comtat, d'âge Helvétien inférieur.

Il semble donc bien que la transgression miocène ait été plus tardive dans cette région septentrionale de la Crau, le Burdigalien disparaissant progressivement (le Castellans) du N vers le S, sous l'Helvétien inférieur, lequel devient directement transgressif. Les observations de L. Collot (1912, p. 52) sont assez sommaires à ce sujet.

L'étude de la région S de Mouriès (zone III de la bordure S des Alpilles) confirme ce tableau paléogéographique. Les sables gréseux helvétiques viennent en effet s'adosser là à un relief bien marqué du substratum, qui correspond à l'unité tectonique des calcaires hauteriviens du Moulin de Vacquières, chevauchant sur l'Eocène. M. Girod indique que "cette zone semble avoir correspondu à un paléorelief en contre-bas duquel se sont déposés les sables helvétiques. Cette disposition est particulièrement visible au S du Mas de Chabran où l'Helvétien horizontal vient combler des petits ravins qui montrent en certains endroits de nombreuses perforations d'animaux lithophages. Ces paléochenaux se sont donc formés avant la transgression vindobonienne, peut-être même durant la phase d'émersion oligocène".

On pénètre donc là dans un domaine où apparaît nettement une transgression tardive du Miocène, sur un relief sous-marin important. A la différence de certains autres hauts-fonds examinés antérieurement (ex : Védène, les Angles, Arles, Albaron, etc...), le relief de la Crau septentrionale est assez marqué pour que cette transgression n'arrive que vers l'Helvétien inférieur ou moyen, au lieu de se contenter de différencier seulement des faciès calcaires organogènes dans le Burdigalien. Mais nous savons que c'est le cas en bien des points du bassin rhodanien (ex : au N de Nyons, à Rocheballe, à Condillac, à Grane, dans le Bas-Dauphiné, etc...). Nous retrouverons le même phénomène dans le bassin de la Durance. Cette haute plate-forme correspond à l'extrémité W de la chaîne provençale de La Fare-Eguilles, au delà de son ennoyage local de Salon. Nous avons vu que la chaîne de la Nerthe se prolongeait aussi vers l'W, parallèlement, par la plate-forme de Fos- Peaudure.

Notre quatrième et dernière zone de la Crau septentrionale correspond ainsi à une haute plate-forme sur laquelle les sédiments marins miocènes ne sont arrivés que très tardivement. Malheureusement aucun témoin n'en a été conservé au contact avec le substratum, et il est difficile de se prononcer sur l'âge exact de la transgression miocène dans ce secteur. Il ne peut être qu'Helvétien moyen ou supérieur, ou même Tortonien. Effectivement sous les cailloutis pliocènes se notent quelques réapparitions des terrains miocènes. C'est le cas en plusieurs points isolés au NE de l'étang d'Entressen, de part et d'autre de la route d'Arles à Salon. La formation est une molasse jaunâtre mi-gréseuse mi-organogène, ayant livré Chlamys scabriuscula MATH.

Au delà nous retrouvons, par contre, une épaisse série compréhensive affectant tout le Miocène (sondage de Villeneuve); elle correspond à la zone déprimée située, au Miocène, dans le prolongement de l'étang de Berre entre les chaînes de La Fare et de la Nerthe.

L'étude de la région de Salon- Istres- Fos nous complètera, dans un prochain chapitre, le tableau paléogéographique de cette partie de la Provence au Miocène.

Quant à la présence de "certaines argiles rougeâtres aux environs d'Arles" dont parle la notice de la feuille Arles au 80.000 ème (2ème édition: la partie miocène est due à Ch. Combaluzier), rien n'est moins sûr que leur attribution au "Miocène supérieur continental". Elles doivent bien plutôt dépendre de la réapparition locale d'un substratum de l'Eocène inférieur (argiles rouges et sables siliceux). Il est également très douteux que l'argile rougeâtre "qui se montre à Mouriès, passant à la marne travertineuse (?), soit en réalité insérée dans le Miocène marin et non superposée"; elle n'est probablement ni l'une ni l'autre, mais serait à attribuer soit, comme précédemment, à l'Eocène inférieur, soit, beaucoup plus hypothétiquement, au niveau des couches ocre de Gallician, du Plaisancien tout à fait inférieur, ou encore à l'Aquitaniien.

2e CHAPITRE

LE PROBLEME DE L'AQUITANIEN MARIN

=====

Les deux seuls points où sont actuellement reconnus des sédiments aquitaniens marins sont les suivants: littoral de la Nerthe près de Carry-le-Rouet, école d'Agriculture de Fontcaude près de Montpellier.

En dehors de ces deux lambeaux, où les couches marines sont peu épaisses et intercalées dans des sédiments saumâtres de nature lithologique variée, aucun témoin de la transgression aquitanienne dans le Bas-Rhône n'a été indiqué de façon valable.

Paragraphe 1 : L'Aquitaniien marin de Vacqueyras selon L. Joleaud.

=====

Toutefois L. Joleaud (1907, 1908, 1917, 1927) avait déjà

signalé, beaucoup plus au N, l'existence d'un gisement qu'il interprète comme aquitanien. Il le situe, sans précision suffisante, près de Vacqueyras, c'est-à-dire sur la bordure SW du massif de Lafare-Suzette. Il signale des marnes bleues fossilifères, intercalées entre un conglomérat de base à lithophages et à patine verte d'une part, et la molasse calcaire à Chlamys praescabriuscula FONT. d'autre part. Les fossiles cités sont: Amussium subpleuronectes d'ORB., que l'on trouve également dans l'Helvétien (Fontannes 1893); des empreintes de lamellibranches, non déterminées: un oursin non déterminé du genre Brissopsis, genre qui a vécu au Miocène; des polypiers, également non déterminés. Ces arguments paléontologiques sont absolument insuffisants pour avancer un âge aquitanien à cette formation. Quant à sa signification stratigraphique, elle paraît, étant donnée la description des formations qui l'encadrent, correspondre simplement à des faciès vaseux venant s'intriquer dans la partie inférieure du Burdigalien.

Le seul fait intéressant, qui paraît d'ailleurs étonnant dans le contexte stratigraphique et paléontologique précédent, est la récolte "d'un Potamides du groupe laurae, ainsi que d'autres fossiles du gisement oligocène de la Fontaine de Vaucluse", ces derniers n'étant malheureusement pas mentionnés plus explicitement. S'agit-il d'un mélange de faune, ou d'un remaniement ? Personnellement, je n'ai pas retrouvé, dans les environs de Vacqueyras, de couches sûrement attribuables à l'Aquitaniens marin, en tous cas pas dans la position stratigraphique indiquée par Joleaud. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il soit impossible que des couches marines aquitaniennes puissent exister dans ce secteur, mais nous allons voir que l'ensemble des données régionales paraissent indiquer que la limite N des influences marines à l'Aquitaniens ne dépassait pas la latitude d'Arles et de Nîmes.

Paragraphe 2 : L'Aquitaniens marin dans ses affleurements méridionaux:
 =====
 Sausset et Fontcaude.
 =====

L'Aquitaniens à bancs marins ne se montre qu'en deux points

situés sur les bordures extrêmes du Bas-Rhône: entre Carry et Sausset sur la côte de la Nerthe d'une part, à Fontcaude près de Montpellier d'autre part.

La première formation sera citée à propos de l'examen de la série du Miocène inférieur du littoral de la Nerthe (voir 4ème chapitre), avec laquelle elle forme un ensemble intéressant.

Près de Montpellier ce sont des marnes bleues, fossilifères à l'Ecole d'Agriculture dans le faubourg NW de la ville, ainsi qu'aux hameaux de Fontcaude et Caunel à 5 km à l'WNW. Elles sont représentées sur quelques km de longueur, sous la molasse calcareuse burdigalienne. Elles renferment Potamides margaritaceus BROCH., P. bidentatus DEFR., P. papaveraceus BAST., Melongena lainci BAST., Ostrea aginensis TOURN. A Saint-Georges d'Orques ces marnes passent latéralement à un conglomérat à Ostrea aginensis TOURN.

Paragraphe 3 : Etude des formations attribuables à l'Aquitaniien sous
 =====
 le Bas-Rhône.
 =====

Les sondages de la C.E.P. ont traversé en de nombreux points, sous la série miocène classique, des sédiments variés dont le problème se pose de leur attribution à l'Aquitaniien. Leur analyse brute figure dans les coupes des divers sondages (voir les tableaux des pages précédentes).

Décrivons d'abord la formation. Ce sont en général des marnes sablo-gréseuses grises ou verdâtres, rarement micacées, tendant indifféremment vers un pôle plus argileux ou plus gréseux. Leur épaisseur la plus fréquente est de l'ordre de 400 à 550 m. Dans ces sédiments de type banal s'intercalent à diverses hauteurs des couches de nature lithologique variée. Les plus fréquentes sont des marnes bariolées ou rubannées plus ou moins sableuses; elles figurent dans presque tous les sondages. Beaucoup moins fréquemment sont signalés: des bancs calcaires ou marno-calcaires; des passées ligniteuses; des conglomérats ou poudingues; de l'anhydrite ou du gypse. Sont indiqués quelquefois des fossiles, fragments de coquilles, foraminifères,

débris végétaux, Chara.

Au total c'est donc, avec une épaisseur qui est loin d'être négligeable, un ensemble de couches de type fluvio-lacustre et saumâtre, entrecoupées d'influences marines. Malgré tous mes efforts, il ne m'a pas été possible de mettre au point une loi statistique qui traduise une répartition stratigraphique sûre des diverses assises traversées par ces sondages. Les prédominances de type lagunaire (marnes bariolées, évaporites), ou marin (sédiments glauconieux ou fossilifères, microfaune) se font, l'une comme l'autre, tantôt à la base, tantôt au milieu, tantôt au sommet de l'ensemble de la formation. Quant à l'épaisseur totale, elle est souvent moindre que celle indiquée plus haut. Par contre, en deux points géographiquement indépendants, elle atteint une valeur tout à fait inattendue: 1.600 m à Cais-sargues, 1.800 m à Costière 1. Ce phénomène ne peut s'expliquer que par une subsidence intense et localisée (ombilic de subsidence).

A côté des sondages étudiés précédemment, tous situés dans le bassin du Bas-Rhône occidental (Costière, Camargue occidentale), deux autres méritent une mention à part. Ce sont les sondages de Vaccarès et de Villeneuve. Le premier montre, en concordance et même en continuité apparente sous le Miocène s.s. indifférencié, une épaisseur de 164 m de sables argileux gris, dont la moitié inférieure est glauconieuse et micacée. L'étude de la microfaune (Lys 1952) y a révélé la présence de formes marines du Miocène inférieur sans que l'on puisse préciser davantage. Une partie déjà de la base des sables argileux du Miocène s.s. est peut-être déjà aquitanienne. Même chose à Villedieu, mais là les formations qualifiables d'Aquitaniens ont 558 m d'épaisseur: leur faciès est marin et même assez riche en débris d'organismes littoraux. Les 148 m supérieurs, riches en lits zoogènes, peuvent faire penser aux couches de Carry. On a ainsi dans ce secteur un ensemble de faits nouveaux qui, confirmant les précédents (voir chapitre 1), soulignent l'individualité relative des deux bassins oriental et occidental du Bas-Rhône.

Il convient maintenant d'étudier et de discuter l'attribution

stratigraphique de ces formations. Occupons-nous d'abord du bassin du Bas-Rhône occidental, pour lequel nous disposons d'ailleurs de documents plus nombreux. Un fait semble en premier lieu s'imposer, c'est celui de la discordance générale du Burdigalien sur toutes les formations antérieures, jusque et y compris ce complexe "aquitancien". Les grès molassiques verdâtres de la Costière, ainsi que leurs équivalents zoogènes ou vaseux, recouvrent en effet indifféremment le Jurassique (ex : Arles 1, Albaron 1, 4, 7, Iscles 2), le Crétacé inférieur (ex : Bellegarde 1, Milhaud 1, Lunel 2), le Crétacé supérieur (ex : Fos), l'Oligocène s.l. indifférencié (Grau 1), ou cet "Aquitancien". Le Burdigalien repose dans ce cas sur des épaisseurs très variables de ce dernier, s'étageant depuis quelques dizaines de mètres jusqu'à près de 600. Il y a donc entre ces deux formations, l'une appelée jusqu'ici Aquitancien, l'autre appelée jusqu'ici Burdigalien (= base du Miocène rhodanien), un hiatus qui est la marque d'une indépendance stratigraphique réciproque. Celle-ci est analogue à ce que l'on peut observer dans les autres bassins du domaine rhodanien entre l' "Aquitancien" ou l' "Aquitancien-Chattien" lacustre, et le Burdigalien marin, transgressif et discordant.

Par contre, les relations de cet ensemble "Aquitancien" avec l'Oligocène s.s. sous-jacent témoignent d'une indépendance nettement moins marquée. L' "Aquitancien" ne repose en effet sur le substratum mésozoïque qu'en quatre points, et encore sans que les faits soient bien nets. Ainsi à Peaudure on n'attribue à l'Aquitancien que 17 m de conglomérats non caractéristiques reposant sur les calcaires valanginiens fissurés. A Vaccarès l'ensemble argilo-sableux épais de 490 m, reposant sur le Crétacé supérieur lagunaire (lui-même mal caractérisé), peut aussi bien prolonger la base du Miocène s.s. qu'être Aquitancien. A Aigues-Mortes, les 380 m de marnes bariolées à bancs de poudingues, de calcaires et de grès argileux qui reposent sur les calcaires kimméridgiens ont été considérés comme aquitaniens, mais ils pourraient avec autant de raisons l'être comme oligocènes. Même chose pour les 100 m de marno-calcaires et de conglomérats reposant sur le Tithonique à Albaron 6.

Soulignons de plus la grande difficulté qu'il y a à distinguer l'une de l'autre les formations qualifiables d'Aquitanien d'une part, d'Oligocène d'autre part, lorsque les premières, dépourvues de niveaux à influence marine, arrivent à mimer les secondes du fait de la prédominance des faciès bariolés, calcaires ou conglomératiques, et paraissent ainsi les prolonger vers le haut.

Ainsi donc les formations du Bas-Rhône occidental auxquelles on tendrait, dans la terminologie classique des auteurs, à attribuer la qualification "Aquitanien", paraissent nettement plus dépendantes vis-à-vis du cycle oligocène qu'elles ne le sont vis-à-vis du cycle miocène.

Or il n'en est plus de même si l'on regarde les formations correspondantes du Bas-Rhône oriental. Nous avons vu qu'elles sont marines (glauconie, fossiles, microfaune), dépourvues des faciès saumâtres habituels. A Villeneuve elles reposent sur un Oligocène saumâtre, à Vaccarès sur le Crétacé supérieur saumâtre. De plus, leur grande ressemblance voire leur identité faciologiques avec les couches miocènes s.s. accentue davantage le fait qu'elles paraissent bien passer en continuité avec ces dernières. On aurait probablement là une série marine continue "Aquitanien" - Miocène.

Que penser, en définitive, de ces "couches infra-miocènes du Bas-Rhône", ainsi que je propose de les appeler ? Elles paraissent bien constituer une formation intermédiaire entre Oligocène et Miocène. Mais sont-elles pour cela correspondantes de l' "étage aquitanien" ?

Avant de prendre une position quelconque vis-à-vis de ce problème, il convient de comparer les différents termes de cette série du Bas-Rhône avec les formations des régions stratotypiques où ont été définis les étages supposés correspondants. Pour l'Oligocène, avec le Stampien d'Etampes, qu'on retrouve dans le Bordelais (1). Pour le reste, avec l'Aquitanien et le Burdigalien du Bordelais. Pour cela on est ramené aux problèmes

(1) Il est impossible de tenir compte du "Chattien" de la région de Cassel, qui n'a pas d'équivalent méditerranéen (cf. Colloque de Sabadell, septembre 1961).

relatifs à la valeur et à la légitimité même de la définition de ces étages, tels ceux qui sont d'actualité en ce moment avec l'Aquitaniien et le Burdigalien du Bordelais (travaux de Vigneaux et de ses collaborateurs). Nous débordons ainsi de l'étude purement analytique de notre série régionale pour nous placer dans celle de la recherche des corrélations, actuellement discutées, qui se posent à l'échelle du Néogène méditerranéen. Comme pour les autres problèmes majeurs rencontrés au cours de cette étude, de telles préoccupations trouveront leur place dans la dernière partie du mémoire, réservée aux synthèses et aux corrélations.

3e CHAPITRE

LE MIOCENE DU BASSIN DE MUS-SOMMIERES ET LES LAMBEAUX DES PLATEAUX DU GARD

=====

Situé entre les régions de Nîmes et de Montpellier, le bassin de Sommières montre une intéressante série miocène, assez variée et assez fossilifère. Sa situation paléogéographique est intermédiaire entre la province miocène rhodanienne dont dépend encore le bassin d'Uzès, et la province miocène languedocienne dont dépendent les affleurements de la région de Montpellier. Par la dépression oligocène située à l'intérieur des plateaux du Gard et qui s'étend de Montpezat à Blanzac, quelques lambeaux de molasse burdigalienne relient le bord NE du bassin de Sommières à l'extrémité SW du bassin d'Uzès; ils seront étudiés à la fin de ce chapitre.

La carte géologique au 80.000 ème, feuille Le Vigan, indique dans le bassin de Sommières des formations molassiques représentant les trois étages Burdigalien, Helvétien et Tortonien. Mes recherches personnelles, se joignant à celles de Mme Duboul-Razavet et de Mr A. Bonnet, m'ont amené à constater que la

répartition stratigraphique de ces terrains est assez délicate et sujette à révision. Aussi me bornerai-je à donner du Miocène de cette région un simple aperçu, ayant simplement valeur de note préliminaire. Une révision détaillée est en cours (G. Demarcq, L. Duboul-Razavet et A. Bonnet, 1962 en préparation).

Il y a lieu de reconnaître tout d'abord dans le bassin de Sommières l'existence de trois zones différentes de sédimentation, successives du SE au NW. La première zone (région de Mus) correspond à la bordure de la basse plate-forme de la Costière. Tout à fait marginale, elle montre un développement de marnes argileuses bleues. La limite NW de cette zone est matérialisée par la grande faille de la Costière de Nîmes (voir ante). La deuxième zone est marquée par une réduction de faciès: uniquement faciès molassique calcareux, et épaisseur faible. Elle correspond à une dépression linéaire, orientée SE-NW, s'étendant d'Aiguesvives à Junas. Là, sur la haute plate-forme crétacée du Gard, a été conservée une bande transversale de Miocène. Elle n'est pas seulement due à une résistance locale à l'érosion, mais aussi à la présence d'une dépression du substratum correspondant à une sorte de léger chenal paléogéographique. La troisième zone, ou bassin de Sommières s.s., est formée d'assises plus épaisses et plus variées formant un ensemble de molasses gréseuses, marneuses ou calcaires; ces couches sont disposées suivant une petite cuvette sédimentaire, constituée à la faveur d'une dépression locale de la haute plate-forme du Gard.

Le Burdigalien est bien représenté. L'affleurement que je choisis comme servant à le définir est celui du village d'Aujargues, au pied des premières maisons. C'est une molasse zoogène tendre calcaréo-marneuse, pétrie de Chlamys praescabriuscula FONT., avec Chl. aff. submalvinae BLANCK (1), Chl. multi-striata POLI, débris d'huîtres, d'oursins et nombreux bryozoaires.

(1) La fréquence de cette espèce est à noter dans la région. Elle n'a jamais été citée dans le Miocène rhodanien (J. Roger 1939). Elle présente certaines analogies avec le Chlamys pavonacea FONT. avec lequel elle a peut-être été confondue; elle s'en distingue par d'assez bons critères: effacement moindre de l'ornementation, forme des ailes, et surtout forme générale moins étalée et plus dissymétrique.

La base de la molasse d'Aujargues devient compacte et plus finement zoogène (épaisseur totale: 15-20 m). A partir de ce type lithologique classique, on note un passage latéral à une molasse gréseuse verdâtre, analogue à la roche de Saint-Restitut, mais pauvre en débris de fossiles. Elle est bien développée à Sauvignargues et à Boisseron. Dans ce dernier point, Roman (1896), à la suite de Dumas (1876), a signalé Chlamys davidi FONT., Chl. justiana FONT., Chl. pavonacea FONT. J'y ajoute Chlamys submalvinæ BLANCK., et Chl. praescabriuscula FONT. La base du Burdigalien est marquée par un conglomérat à galets verdis, localement important.

On retrouve le Burdigalien, avec son faciès et sa faune de molasse calcaire, dans le coteau au SE de Mus.

Jusqu'à présent mes observations, ainsi que les récoltes de fossiles effectuées par Mme Duboul-Razavet, sont conformes aux opinions classiques des auteurs. Mais les plus grandes réserves sont à avancer relativement à l'interprétation stratigraphique des autres formations. Je vais indiquer sommairement dans quel sens se dessine leur révision.

A Sommières une vingtaine de mètres de marne calcaire, dont le faciès est celui des marno-calcaires de Salles, surmonte la formation burdigalienne précédente. Cette formation ("marnes calcaires de Mestre") est considérée comme représentant l'Helvétien. Dans le cadre de ce que l'on sait maintenant du Miocène rhodanien, cette interprétation est assez étonnante: ce ne sont pas du tout là les caractères habituels (faciès, épaisseur) de l'étage. La grande rareté des fossiles ne permet pas de résoudre directement le problème. Toutefois, à l'W du château d'Aujargues, Mme Duboul-Razavet a récolté au sommet de cette formation un pectinidé que j'ai déterminé comme Pecten josslingi SMITH (= P. lychnulus FONT.), lequel dans le bassin rhodanien est une des bonnes espèces du Burdigalien, notamment dans les faciès calcaires ou marno-calcaires. Nous allons voir que cela est en accord avec ce qui va suivre.

Le plateau de Sommières est constitué par une troisième et dernière assise, que j'appelle "molasse de Villevieille", bien représentée dans les coteaux dominant la ville et exploitée

dans plusieurs carrières au N de Junas. Roman y cite: Scutella sp., Echinolampas hemisphaericus AGAS., E. scutiformis LESK., Pecten subbenedictus FONT., Chlamys scabriuscula MATH. type (?) et var. improvisa FONT. C'est une association curieuse. Les trois premières espèces déterminées sont classiques du Burdigalien rhodanien, le Pecten surtout. La dernière est citée de l'Helvétien et du Tortonien, mais il faut bien reconnaître que les échantillons qu'on peut récolter ont des caractères assez particuliers dans le cadre de l'espèce en question. J. Roger (1939) n'indique-t-il pas dans son tableau (p. 69) que l'origine de cette espèce, polymorphe, se situerait dans le Burdigalien ? Nous sommes précisément là dans le domaine le plus méridional des littoraux W du bassin rhodanien, par où cette espèce a pu commencer son acheminement.

Mais d'autres faits viennent éclairer la question. La molasse de Villevieille se prolonge vers le S, par Aubais, jusqu'au SW d'Aiguevives (m 3 b de la carte géologique Le Vigan au 80.000 ème). Dans les récoltes de Mme Duboul-Razavet, j'ai déterminé Chlamys scabrella LMK., Chl. multistriata POLI, Chl. submalvinæ BLACK, Chl. praescabriuscula FONT. Les deux premières espèces sont peu typiques; la troisième est citée (J. Roger 1939) du Burdigalien et de l'Helvétien, mais est déjà associée dans la région aux faciès bien datés de molasse burdigalienne (voir ante); le Chlamys praescabriuscula FONT. enfin est, à l'échelle de tout le Miocène rhodanien, l'espèce que je considère, malgré ma grande sévérité envers les "pectinidés caractéristiques", comme la plus sûre qui soit du Burdigalien. Les résultats que l'on peut déduire de ces récoltes sont conformes à l'interprétation qu'il m'a été donné de faire lors de mes propres observations et récoltes effectuées dans ce secteur.

Il semble donc bien que l'âge tortonien de la molasse de Villevieille soit à abandonner, et que l'ensemble des formations du bassin de Sommières soit à considérer comme burdigalien. La coupe schématique de la FIG. 48 résume leurs relations réciproques dans le cadre de cette nouvelle hypothèse qu'une prochaine mise au point tentera d'établir avec plus d'assurance. Les passages latéraux dont elles témoignent sont tout à fait

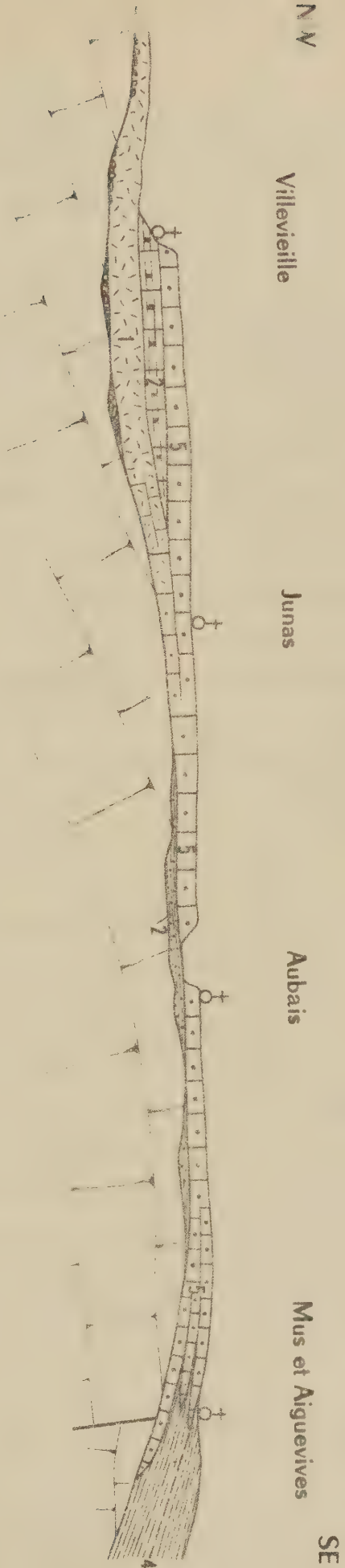


FIG. 48. Coupe schématique du Miocène du bassin de Sommières.

- 5 molasse calcaire de Villevieille, Junas et Aubais
- 4 marnes bleues de Mus, Burdigalien et Helvétien inf.
- 3 marnes calcaires de Mestre
- 2 marnes et sables inférieurs
- 1 molasse gréseuse verdâtre de Boisseron

comparables à ceux du Burdigalien du bassin de Valréas, et leurs lithofaciès sont ceux habituels du Burdigalien rhodanien, en particulier du bassin d'Uzès tout proche.

La base de la molasse calcareuse devient, dans les environs d'Aubais, marno-sableuse et prend une teinte gris-bleutée. Elle livre Chl. praescabriuscula FONT., Echinolampas hemisphericus LMK., Chl. scabriuscula MATH. var. improvisa F. et T., Ostrea sp., bryozoaires. A Aiguevives et à Mus se développe une argile gris-bleu marno-sableuse, renfermant Chl. multistriata POLI, Chl. scabriuscula MATH. var. improvisa F. et T., Amussium de stefani UGOL., Ostrea sp., Schizaster sp., ainsi qu'une très riche faune de bryozoaires. Cette dernière, étudiée par Melle M.C. Jallat et L. David, est d'affinité mi-burdigalienne mi-helvétienne. La partie supérieure de ces marnes bleues renferme Chlamys angelonii de STEF. et PANT., Chl. gentoni FONT., Chl. sp. Ces faits, joints à mes relevés de terrain, me font considérer les marnes bleues de Mus comme l'équivalent non point seulement de l'Helvétien inférieur, mais de l'ensemble Burdigalien-Helvétien inférieur, comme à Caumont et dans les autres points du bassin d'Avignon.

Une série de lambeaux molassiques jalonne la dépression tertiaire au N des plateaux crétacés de la bordure du Gard. Au NE de Saint-Etienne-d'Escattes, ainsi qu'au NE de Montpezat entre ce village et Saint-Mamert, on observe une molasse gréseuse verdâtre analogue à celle de Boisseron et de Sauvignargues. A Vic, c'est une molasse calcareuse à nombreux débris organogènes. A Sanilhac on retrouve, par contre, un faciès de molasse gréseuse verdâtre, devenant plus marneuse et blanchâtre au sommet. On passe ainsi, avec une variété de faciès molassiques restant dans le style de ceux communs dans le Burdigalien régional, aux formations de même âge du bassin d'Uzès.

APERÇU SUR LE MIOCENE DU SECTEUR SALON- SAINT CHAMAS-
FOS, ET SUR CELUI DE LA CÔTE DE LA NERTHE

=====

Le Miocène de ce secteur a fait l'objet de recherches plus nombreuses que les autres parties du bassin rhodanien. Citons en particulier les travaux de: F. Catzigras (1941, 1943), L. Collot (1885, 1912), Ch. Combaluzier (1932), J. Cottreau (1912), G. Denizot (1933, 1938), F. Fontannes (1889-1892), P. Gourret (1888-1889, 1890), D. Mongin (1941, 1956). Aussi sa connaissance en est-elle plus complète. Je me bornerai simplement à résumer l'essentiel des faits qui s'y rapportent, en les replaçant dans le cadre stratigraphique du Miocène rhodanien.

Paragraphe 1 : La série du Miocène inférieur de Carry à Port-de-Bouc.
=====

L'Aquitanien, bien développé surtout dans les environs de Carry, est représenté par une série peu épaisse, de nature lithologique assez variée. Son caractère est essentiellement littoral, avec quelques intercalations saumâtres ou continentales. La base est transgressive et discordante sur le substratum, qui est ici formé par les calcaires valanginiens. La coupe schématique des assises aquitaniennes, résumée d'après les auteurs (notamment G. Denizot 1933), est la suivante, de bas en haut:

- 1 - grès et poudingues du Rouet.
- 2 - conglomérats et argiles à Helix ramondi BRONGN., à lits de galets perforés et débris d'huîtres.
- 3 - sables et grès à Amussium subpleuronectes d'ORB. et à faune marine littorale (30 m).
- 4 - la partie supérieure des couches précédentes passe latéralement à des marnes et grès saumâtres à Potamides, Nérítina et Ostrea.
- 5 - molasse à turritelles et bryozoaires, et marne bleue.

6 - grès et molasses à riche faune littorale et polypiers.

F. Catzigras (1943) reconnaît ainsi: un Aquitanien inférieur marin (1 - 2 - 3), un Aquitanien moyen saumâtre (4), un Aquitanien supérieur de nouveau marin (5 - 6).

A l'W de Carry, au Cap de la Barre et dans l'anse de la Tuilière, les couches du sommet de cet Aquitanien sont surmontées par une argile rouge ou brunâtre continentale, azoïque, dite argile à tuile, épaisse de 4 à 5 mètres.

Le Burdigalien inférieur, du moins les couches décrites sous ce nom par G. Denizot et D. Mongin, est représenté en un secteur compris entre Carry et Sausset. On ne le retrouve en aucun autre point dans la région, si bien que l'on admet qu'ailleurs en Provence, comme dans le reste de la vallée du Rhône, ce sont directement des assises plus élevées dans le Burdigalien qui transgressent sur le substratum, assises dont on fait alors l'équivalent du Burdigalien moyen. Les couches du Burdigalien inférieur sont représentées par des grès et des sables molassiques décrits sous le nom de "molasse de Sausset", coupés de niveaux non marins. On peut en donner la coupe suivante, de bas en haut:

- a) argile à tuile (4 à 5 m), puis sables jaunâtres (1 m).
- b) grès jaune-rose avec Turritella turris BAST. var. percinctula SAC., Amphiope, Lucina, gastéropodes (2 m à 2,5 m).
- c) sables gréseux jaunes, à lamellibranches fouisseurs, Ostrea fimbriata GRAT. et Flabellipecten fraterculus SMITH. (3 m).
- d) grès jaune ou rose lumachellique, sableux au sommet, à Amphiope elliptica DESH., Tympanotonus grateloupi d'ORB., Natica tigrina DEF., N. josephinia RISS., Turritella desmareti BAST., Lucina incrassata DUB. (3 à 4 m).
- e) molasse blanche de Sausset, lumachellique et fossilifère, avec Meretrix, Flabellipecten fraterculus SMITH., Ostrea fimbriata GRAT., Aporrhais pes-pellicani LIN., Cardium burdigalinum LMK., etc... (1 m).
- f) argiles rouges et sables jaunes à blocs éboulés (2 à 3 m).

Le banc sableux, peu épais, renferme au Rouveau Ostrea sacculus DUJ., Tellina, Thracia.

- g) banc lumachellique rose à Amphiope, Meretrix et polypiers. Il renferme Turritella turris BAST., T. desmareti BAST., Flabellipecten fraterculus SMITH., Lucina incrassata DUB., Chlamys multistriata POLI, Amphiope, Corbula, Murex, polypiers, bryozoaires, algues calcaires. Ce banc est visible seulement dans le port de Sausset, où il finit en lentille sous les couches suivantes qui sont concordantes et continues par rapport à lui.

Ces couches décrites comme Burdigalien inférieur, épaisses de 18 à 20 m seulement, forment donc un ensemble "concordant sur l'Aquitarien, avec lequel il a une grande similitude de faciès et de faune; mais il en est séparé par une régression (argile rouge à tuile). Il est lui-même régressif par rapport à l'Aquitarien" (in Mongin, 1956, p. 29-30).

Le Burdigalien moyen des auteurs présente d'abord, sur 7 à 8 m, une succession de grès molassiques, coquillers ou lumachelliques et de sables. Au Plan de Sausset ils renferment Flabellipecten galloprovincialis MATH., Mytilus michelini MATH., Chlamys radians NYST. var. combaluzieri MONGIN, Meretrix. On note l'abondance des Ostrea crassissima LMK. qui forment un banc compact vers le haut. La base est marquée par un cordon littoral de galets verdis. Dans le port de Sausset cette formation passe en continuité, à la base, avec le niveau cité précédemment, lequel, avons-nous vu, n'existe qu'en ce point. Ailleurs elle est discordante sur le niveau f ou sur des niveaux plus anciens. Dans l'anse de Beaumadalier elle transgresse directement contre le substratum urgonien formant falaise; là, elle renferme une faune différente, avec Ostrea squarrosa de S., O. boblayei DES., Cardium burdigalinum LMK., Pecten josslingi SMITH (= P. lychnulus FONT.), Chlamys latissimus BROCCHI var. restitutensis FONT., Turritella desmareti BAST., T. turris BAST., T. terebralis LMK., ainsi qu'une faune locale de Cardita, dont C. crassa LMK., C. jouanneti var. brochii MICH., et de gastéropodes.

Au dessus de ces bancs molassiques viennent des sables

jaunes gréseux, épais de 15 m et peu fossilifères, avec Flabellipecten galloprovincialis MATH., Pecten josslingi SMITH., Ostrea squarrosa de S., Anomia costata HOERN., et lamellibranches fousseurs.

A l'E de la Bastide Rouge, D. Mongin cite une alternance d'argiles rougeâtres avec un banc de grès rose et un banc de grès molassique lumachellique; ce dernier renferme Turritella vasconiensis C.P., Anomia costata HOERN., Flabellipecten galloprovincialis MATH., Meretrix, etc... On passe là sur la bordure continentale extrême du massif provençal.

Le Burdigalien supérieur des auteurs comporte une molasse rosée, exploitée comme pierre de taille, épaisse de 5 à 6 m. Elle est peu fossilifère: Flabellipecten galloprovincialis MATH., Panopea menardi DES. C'est la "molasse de la Couronne". Dans l'anse du Verdon, ce niveau repose directement sur l'Urgonien.

En conclusion, on a là une série du Miocène inférieur qui, par rapport à ce que nous connaissons ailleurs en Provence ou dans la vallée du Rhône, présente des caractères tout à fait particuliers. D'abord la présence d'un Aquitanien de faciès mixte saumâtre et marin, et celle, qu'il convient d'associer, d'un "Burdigalien inférieur" régressif, concordant et peu différent par rapport à cet Aquitanien. La question se pose alors de savoir s'il ne serait pas plus légitime de grouper en une même unité stratigraphique ces deux formations si voisines, surtout si l'on tient compte des faits paléogéographiques. Par contre, il est indéniable que les couches molassiques et sablo-gréseuses décrites sous les rubriques de Burdigalien moyen et de Burdigalien supérieur constituent un ensemble stratigraphique unique. Le fait que la molasse de la Couronne transgresse directement sur le substratum, entre Carro et Port-de-Bouc, est lié à l'existence locale d'un rivage relativement élevé représentant l'extrémité transversale de la chaîne de la Nerthe.

Sur le plan strictement paléontologique enfin, il est intéressant de souligner le caractère assez différent de la faune burdigalienne par rapport à celle que nous avons coutume de voir ailleurs dans la vallée du Rhône. L'étude de la région suivante nous confirmera cette notion de province faunique.

Paragraphe 2 : La série miocène entre Fos et Salon-de-Provence.

=====

On peut distinguer dans ce secteur deux régions distinctes: celle de Fos, Saint-Mitre et Istres, où le Burdigalien est présent sous l'Helvétien; celle qui s'étend de Saint-Chamas à Salon, où l'Helvétien est transgressif sur le substratum.

Dans le premier secteur, le Burdigalien, épais de 15 à 20 mètres, montre des bancs plus molassiques dans sa moitié supérieure, et des bancs plus sablo-marneux dans sa moitié inférieure. Les premiers renferment Pecten ziziniæ BLANCK., Chlamys camaretensis FONT., Ostrea boblayei DESH., O. squarrosa de S., gastéropodes, lithothamniées, polypiers. Les seconds, connus en particulier par leur faciès de "sables bleutés à Chlamys radians NYST", renferment, outre l'espèce précédente et sa variété combaluzieri : Chl. camaretensis FONT., Chl. multistriata POLI, Flabellipecten hermansenni DUNK., Ostrea digitalina DUB., Cardium, Panopea, lamellibranches fouisseurs, etc... L'unité de l'étage est attestée par l'homogénéité de la faune, eu égard aux adaptations des diverses espèces envers les milieux, soit plus sableux, soit plus calcaireux. Un niveau gréseux intermédiaire associe Chlamys radians NYST. et Pecten ziziniæ BLANCK.

Au dessus s'observent des marnes gris-bleutées ou gris-jaunâtres argilo-sableuses, plus ou moins micacées, analogues aux faciès helvétiques du bassin d'Avignon. Leur épaisseur est de 80 à 110 m. Elles comportent quelques bancs gréso-molassiques à débris de fossiles. Il est extrêmement difficile de tirer de l'exposé cartographique de L. Collot (1912) des précisions utiles à la stratigraphie du Miocène de la région de Salon et de Pélissanne. Les fossiles (Chlamys scabriuscula MATH., Chlamys multistriata POLI, Ostrea crassissima LMK., Amphiope, bryozoaires, balanes) et les analogies faciologiques et stratigraphiques confirment qu'il s'agit bien d'Helvétien.

Au S de Saint-Chamas et de Cornillon-Contoux, on n'observe plus d'assises attribuables au Burdigalien, les marnes bleutées helvétiques viennent reposer directement sur les calcaires urgoniens ou hauteriviens: c'est le même phénomène que celui décrit au S de Mouriès, à savoir celui d'une transgression

tardive de la mer miocène sur une sorte de plate-forme, prolongement occidental du massif de La Fare. Ainsi se délimite notre deuxième secteur, qui s'étend entre Saint-Chamas et Lamanon. Dans la région E de Cornillon-Contoux, l'Helvétien pénètre (lieu-dit les Bernardes) dans de petites dépressions du massif de calcaires crétacés.

Au dessus de cet Helvétien, on attribue au Tortonien un entablement épais d'une trentaine de mètres de molasse organogène jaunâtre. Si les débris d'organismes (pectinidés, bryozoaires, huîtres, balanes, algues) sont nombreux, les macro-fossiles déterminables sont rares: on reconnaît surtout Chlamys scabriuscula MATH. Au lieu-dit Ratoneau, cette molasse vient en contact direct avec le massif crétacé. C'est elle qui forme la colline où s'adosse la ville de Salon; la texture de la roche est grossière et vacuolaire; elle est variable d'aspect d'un banc à l'autre, certaines passées étant plus fines et plus gréseuses; elle a le même faciès que la molasse de Cucuron. L'âge tortonien de cette molasse culminante du secteur Miramas-Salon-Pélissanne n'est pas établi avec certitude; il se pourrait bien qu'elle soit, chronostratigraphiquement, à cheval sur l'Helvétien supérieur et le Tortonien. Les arguments paléontologiques, dans la mesure actuelle des connaissances, sont tout à fait insuffisants pour se prononcer de façon valable. Il convient toutefois de remarquer qu'à la partie supérieure des marnes sableuses helvétiques s'intercalent déjà des bancs semblables de molasse jaunâtre, qui semblent annoncer ceux qui se généraliseront plus haut (C. Gouvernet et G. Demarcq, en préparation).

Dans la région d'Eyguières, sur le pourtour du relief jurassique du Mont Menu, on retrouve des lambeaux de marnes sableuses helvétiques au contact du substratum.

Quant au Burdigalien, il ne se montre de nouveau que dans le massif du Défends, où il a été disposé au cours de la phase tectonique post-miocène en un dôme anticlinal. Son faciès est celui de calcaire molassique banal, de teinte claire, dur, plus ou moins zoogène. Il ne livre guère de macro-fossiles. Le problème est de savoir si ce Burdigalien est relié ou non aux domaines plus méridionaux d'Istres et de la Camargue. A première

vue il ne le semble pas si nous admettons que le domaine intermédiaire Salon- Mouriès- Saint Chamas (et même probablement jusqu'à Arles) a constitué une plate-forme continue, que nous savons être le prolongement occidental de la chaîne de La Fare. C'est l'hypothèse classique. En affleurement, nous avons vu que l'Helvétien y est directement transgressif; mais un ennoyage de la plate-forme est fait possible suivant une ligne allant d'Eyguières à l'étang d'Entressen. L'existence au Miocène d'une région déprimée correspondant au pertuis actuel de Lamanon, déjà probablement d'origine tectonique, est en effet indéniable, puisqu'on y note précisément la présence du Burdigalien du Défends; jusqu'où cette disposition se prolonge-t-elle en direction du SW sous la Crau ? Il convient de remarquer qu'à Istres le Burdigalien s'ennoye sous l'Helvétien de l'étang de l'Olivier sans montrer de réduction d'épaisseur; bien plutôt les assises sableuses deviennent prépondérantes et tendent vers le type des sables verdâtres de la Costière, aux dépens des faciès de calcaire molassique qui, eux, se réduisent. Les résultats obtenus à partir d'études géophysiques donnent tout à fait dans ce sens: la région de Salon, suivant un axe Lamanon- Entressen- Ville-neuve, correspond à une zone d'ennoyage très profonde du mésozoïque, aussi profonde que sous la Costière de Nîmes par exemple. Il est donc plus rationnel, compte tenu de tous ces faits, d'admettre l'hypothèse d'une communication entre le Bas-Rhône et la Durance dès le Burdigalien. Seuls des sondages pourraient nous en donner une confirmation définitive.

6 ème P A R T I E

ETUDE DES DIVERSES SERIES DES BASSINS D'APT ET DE LA DURANCE

PLAN

1er CHAPITRE	Résumé sur le bassin d'Aix et ses dépendances.	p. 330
2e CHAPITRE	La bordure S du Lubéron.....	p. 334
3e CHAPITRE	Le bassin d'Apt.....	p. 352
4e CHAPITRE	Le bassin de Reillanne et Forcalquier...	p. 362
5e CHAPITRE	Résumé sur le bassin de Digne-Valensole.	p. 367
6e CHAPITRE	Le problème paléogéographique des Monts du Vaucluse.....	p. 374

Par les seuils du Coustellet, de Cavaillon et de Lamanon - ce dernier hypothétiquement - la mer burdigalienne communiquait avec "les bassins duranciens". Ceux-ci étaient marqués en leur milieu par la ride E-W anticlinale crétacée du Luberon, plus ou moins émergée pendant tout le Miocène. Ainsi se trouvent isolés, au N le bassin d'Apt, au S celui de la Durance s.s. et d'Aix. A l'E le Luberon s'ennoye et un bassin unique est réalisé, celui de Forcalquier, qui se prolonge au pied même des Alpes par le bassin de Digne-Valensole (voir carte FIG. 49).

Je passerai rapidement sur les régions situées au S et SE de la Durance.

1er CHAPITRE

RESUME SUR LE BASSIN D'AIX ET SES DEPENDANCES

=====

Paragraphe 1 : Le Burdigalien.

=====

Au S de la Durance, la transgression burdigalienne ne s'est que peu étendue. Dans la plaine alluviale elle-même, quelques lambeaux de molasse calcaire affleurent près de Malemort ; ils reposent sur l'Eocène inférieur ou le Crétacé supérieur continentaux. A part le vaste massif du Défends, au delà duquel dès cette époque la mer communiquait probablement avec le bassin du Bas-Rhône oriental, on note la présence d'un golfe important, celui d'Aurons, orienté NE-SW. Il a déjà été étudié par D. Mongin (1956). On y observe des sables verts glauconieux, des sables jaunâtres calcareux, et des molasses plus ou moins calcaires et zoogènes. La faune est tout à fait classique quoique peu abondante: Chlamys davidi FONT., Ch. pavonacea FONT. dans

les faciès détritiques: Chlamys praescabriuscula FONT., Pecten ziziniæ BLANCK, Clypeaster, algues calcaires, dans les faciès calcaireux. La présence des sables verts comblant çà et là des dépressions en forme de chenaux dans les calcaires crétacés est intéressante à souligner. Elle montre l'importance de la phase de creusement hydrographique anté-miocène.

Les affleurements de Burdigalien se notent principalement à la Roque d'Antheron, aux lambeaux du Castellans et de Binet, et dans la région de Cazan. Plus loin la molasse burdigalienne se retrouve à Aurons, à partir d'où elle passe sous les formations helvétiques transgressives de la partie NE du bassin de Salon-Pélissanne (affleurement au pied de la colline N-D du Val de Cuech). Suivant les auteurs, on reconstitue ainsi paléogéographiquement un golfe de forme triangulaire La Roque- Charleval - Aurons. A la vérité le problème se pose de savoir si, au delà de N-D du Val de Cuech, le Burdigalien n'est pas en continuité avec celui du bassin de Salon. Nous avons dit précédemment (5ème Partie, 4e chapitre) qu'il était très probable qu'une communication existait entre Entressen et Lamanon dès cette époque: si cela était, il n'y a nul doute qu'il en était de même en direction d'Aurons. Le massif de Vernègues- Roquerousse formerait ainsi une île au Burdigalien, pour n'être recouvert qu'à l'Helvétien et au Tortonien.

Un autre golfe, dit de la Trévaresse, s'étendait également à l'époque burdigalienne au S de la Durance. Les affleurements correspondants sont disséminés au SE de Rognes (Les Mauvarres, Saint-Cannat, la Pile, Cabannes, etc...). L. Collot et D. Mongin y voient du Burdigalien, Ch. Combaluzier de l'Helvétien inférieur. Le faciès, lithologiquement varié, est peu caractéristique du Burdigalien. Mais la faune incline toutefois nettement en faveur de cette attribution: Pecten valentinensis FONT., Chlamys rotundata LMK. var. dromica FONT., Ostrea granensis FONT., Ostrea (= Gryphea) aginensis TOURN. Les communications avec le bras de mer durancien se feraient de part et d'autre du petit massif crétacé de Castillon.

Paragraphe 2 : L'Helvétien et le Tortonien marins.

=====

La transgression helvétique est beaucoup plus étendue que la précédente. Depuis Cornillon-Contoux, où l'Helvétien inférieur transgressait largement sur la partie N de la chaîne de la Fare, les assises sablo-marneuses de cet étage recouvrent de grandes surfaces dans les régions de Pélissanne, de Vernègues, de Lambesc, de Rognes, de Saint-Cannat. On y rencontre des niveaux gréseux plus ou moins molassiques qui annoncent ceux du Tortonien. Mais les fossiles sont rares: Ostrea crassissima LMK., Chlamys gentoni FONT., bryozoaires, balanes. A l'W de Pélissanne les sables sont encore assez marneux (faciès "schlier") et épais de 50 à 80 m. ils deviennent plus minces au delà de Saint-Cannat: plus au SE ce sont progressivement les bancs supérieurs molassiques tortoniens qui viennent recouvrir directement le substratum.

Le Tortonien, transgressif dans toute la plateforme d'Aix, est représenté par des grès molassiques tendant souvent à des molasses calcaires zoogènes. Ces niveaux, plus durs que l'Helvétien, forment au dessus de lui un entablement assez bien marqué dans le paysage: ils renferment en général peu de débris déterminables: Ostrea, Chlamys scabriuscula MATH.: localement (Collot 1912) on récolte toutefois: Pecten planosulcatus, les variétés cavarum FONT. et improvisa F. et T. du Ch. scabriuscula MATH., balanes, bryozoaires, etc... Aux Aires de Rognes, la faune, citée par Collot, est particulièrement riche, avec en plus notamment: Conus dujardini SACCO, Pleurotoma, Oliva clavula LMK., Voluta rarispina HOERN., Pereiraea gervaisi VEZIAN, Turritella terebralis GRAT., Grateloupia irregularis BAST., Natica millepunctata LMK., etc... C'est la même faune que celle de la molasse de Cucuron. Mais en bien des points la lithologie des couches tortoniennes devient plus variée et hétérogène. En particulier on note assez souvent, au dessus du banc molassique notamment, des marnes grises, déjà signalées par Fontannes, livrant de nombreux exemplaires des marnes de Cabrières: Ancillaria glandiformis LMK., Proto rotifera F. et T., Venus islandicoides HOERN., Cardita jouanneti BAST., Eastonia rugosa CHEMN., Ostrea crassissima LMK., etc... Dans la dépression d'Aix le Tortonien

acquiert un faciès de marnes vertes à Ostrea crassissima LMK.
et Potamides, elles semblent marquer l'extrémité de la transgres-
sion miocène.

Paragraphe 3 : Le Tortonien supérieur fluvio-lacustre et le "Pontien"
===== rouge.
=====

Au dessus des bancs marneux du Tortonien marin, la sédimen-
tation se poursuit par des formations lacustres, que nous retrou-
verons au N de la Durance: ce sont des calcaires blanc ou brun-
clair, quelquefois un peu gréseux, ou travertineux, ou mêlés de
marne rouge. Ils renferment Helix christoli MATH. En plusieurs
points, ce Tortonien supérieur lacustre vient à son tour recou-
vrir directement le substratum; c'est le cas à l'E et au S
d'Aix. Depuis Saint-Cannat jusqu'au N d'Aix les calcaires lacus-
tres sont surmontés par un limon rouge avec cailloux et galets,
équivalent exact de celui du Mont Luberon (voir plus loin). Il
termine la série miocène. A l'E de Jonques il repose directement
sur le substratum.

Paragraphe 4 : Les intercalations fluvio-terrestres en direction
===== de l'Est.
=====

A l'E de la route Aix-Pertuis, l'ensemble du Tortonien,
dont l'assise marine est très réduite, devient sablo-gréseux et
rougeâtre, dénotant des venues détritiques fluviales provenant
de l'E. Déjà dans l'Helvétien près de Rognes (L. Collot), des
Helix et Cyclostoma se mêlaient aux coquilles littorales. Au S
de Saint-Marc-Jaumegarde, un calcaire grossier vacuolaire ren-
ferme à la base des coquilles littorales roulées, et, à la par-
tie supérieure, plus rougeâtre, des coquilles terrestres:
Glandinia, Helix, Cyclostoma. On retrouve la même chose au S de
Jouques, au pied du massif mésozoïque de Concors. Nous signale-
rons des faits analogues, d'extension et de caractères plus nets
encore, au NE de Pertuis dans le Chapitre suivant.

2ème CHAPITRE

LA BORDURE S DU LUBERON

=====

Paragraphe 1 : Le Burdigalien.

=====

Le Burdigalien est présent aux Taillades, appuyé contre le paléorelief crétacé de l'extrémité W du Luberon occidental. Son faciès est assez calcaire et zoogène (voir 4ème Partie). Bien que passant indubitablement par le détroit de Cavaillon à peu près à l'emplacement actuel de la Durance, la mer burdigalienne n'a laissé de témoin que près de Malemort, au S immédiat du fleuve (voir Chapitre précédent). Au SE de Cheval-Blanc ce sont directement des marnes bleues de faciès helvétique qui sont en contact avec le Crétacé. Il est probable que leur âge est déjà en partie burdigalien, comme dans le reste du Comtat. On les suit sur à peine 3 km.

Au delà la bordure S du Luberon est déversée sur son avant-pays tertiaire, plissottant les calcaires lacustres associés aux sables argileux colorés de l'Eocène, entre Saint-Ferréol et les Borrys. Plus loin ce déversement s'opère sur le Miocène, mais il n'est pas possible d'observer la nature exacte du contact, étant donnée la masse d'éboulis calcaires au pied du Crétacé. Du plus près qu'on puisse en juger, ce sont les assises de l'Helvétien moyen ou supérieur qui sont présentes. Bien que cette partie du Luberon corresponde, au début du Miocène, à un paléorelief assez marqué, on peut considérer que l'absence du Burdigalien n'est pas uniquement imputable à des phénomènes de transgression ou de passage latéraux, mais aussi à ce déversement vers le S du Luberon. La meilleure preuve en est que, localement, au sanatorium de Roquefraiche, entre Puget et Lauris, s'observe une écaille de molasse burdigalienne coincée entre les calcaires hauteriviens et l'Helvétien moyen. C'est une dalle verticale, épaisse de 5 à 10 m, de calcaire molassique très dur,

de faciès assez particulier: boules de Nullipores, lentilles spathiques, passées bréchiformes, galets perforés. On note quelques empreintes mal déterminables de pectinidés, semblant se rapporter à Chlamys praescabriuscula FONT. et au Chl. multi-striata POLI. On suit cette muraille burdigalienne, largement recouverte par des éboulis, sur à peine 300 m. L'endroit où on l'observe le mieux est situé derrière les bâtiments supérieurs du sanatorium, près du réservoir (sourcé tectonique).

Un km plus loin, à partir de la cote 280,9 près du lieu-dit la Marchande au N de Lauris, le Burdigalien commence à former un affleurement continu le long des calcaires crétacés. C'est une molasse calcaire ou même un calcaire molassique, organogène, très dur, ne livrant guère de débris déterminables; épaisseur maximum 30 m. Son pendage est très marqué vers le S, atteignant 40°. Sa masse est hachurée de diaclases régulières et très serrées, perpendiculaires au plan du pendage; ce phénomène, déjà signalé à Vaisons, est remarquablement visible ici dans la cluse de Lourmarin; son origine tectonique est évidente. Au NE du Jas des chèvres, la dalle de molasse burdigalienne monte assez haut sur le Crétacé, jusqu'au point coté 518,5. Localement, dans la cluse de Lourmarin, sous la molasse calcaire, se note une épaisseur de 10 à 30 m de sables verts plus ou moins gréseux. Leur partie inférieure renferme de nombreux lits de galets, dont certains à patine verte, mais aussi, tout à la base, de véritables passées d'éboulis fossiles, bien distinguables des éboulis récents qui les recouvrent. A la partie supérieure, juste sous les premiers lits de molasse calcaire, on note un conglomérat bréchiforme à éléments de calcaire néocomien prédominants et de grès éocène (3-4 m). Leur présence, la localisation des sables verts dans une dépression préétablie des calcaires crétacés dénotent un paléorelief antémiocène important dans ce secteur.

Plus loin, le Burdigalien, disparu à 1,5 km à l'E de la cluse de Lourmarin, ne réapparaît qu'au N de Cucuron, au pied de la pente crétacée. Son pendage S est très marqué; il diminue au NE de Cabrières d'Aigues, où ses assises viennent achever périclinalement, au S de Peypin, le synclinal miocène de Cucuron.

Au S de Vaugines, le Burdigalien manque à la périphérie du bombement crétacé de la Déboulrière, l'Helvétien y étant directement transgressif. Même chose localement au SE de Saint-Martin de la Brèsqe sur les calcaires lacustres aquitaniens. Plus loin l'absence du Burdigalien est un fait général: l'Helvétien est transgressif au delà d'une ligne courbe allant de la Tour d'Aigues à Beaumont, au N du massif bombement jurassique du signal de Jas (588 m). De Grambois à Prevallon, ainsi qu'aux environs de Beaumont son faciès est plus détritique et plus fossilifère, son épaisseur moindre. A 1 km au N de Beaumont, dans la tranchée de la route vicinale des Argiles, 4 à 6 m de molasse grise grés-marneuse à débris de fossiles, surmontant 3 à 5 m de marne gréseuse grise sans fossile, livrent une assez riche faune: Chlamys praescabriuscula FONT., Chlamys multistriata POLI, Chl. cf. sub-malvinae BLANCK. abondant, Chl. cf. radians NYST., Pecten cf. zizinae BLANCK., Psammechinus sp., Ostrea sp., bryozoaires, balanes, nullipores. Le témoin le plus méridional du Burdigalien de toute cette région est celui de Pertuis, qui présente les mêmes caractères. Nous avons vu qu'il communiquait vers le SW avec le golfe de la Trévaresse près de Rognes (voir 1er Chapitre).

Vers l'E la limite du Burdigalien passait près de Corbières et de Sainte-Tulle. Au delà, suivant à peu près la même direction, elle pénétrait dans le bassin de Riez-Valensole. Aux abords de Manosque, le faciès est le même qu'à Beaumont: grès gris marneux, à rares débris de fossiles.

Paragraphe 2 : L'helvétien.

=====

1°/ Le Miocène inférieur marneux près de Cheval-Blanc.

A l'E et au SE de Cheval-Blanc la base du Miocène montre exactement les mêmes faciès et la même disposition que dans les sites les plus caractéristiques du Comtat (Caumont, Sauveterre). Le rocher crétacé montre, quand les éboulis ne le recouvrent pas, une surface d'abrasion perforée recoupant les bancs calcaires du substratum, et inclinée d'une trentaine de degrés vers la plaine. Cette paroi est directement envasée par des marnes

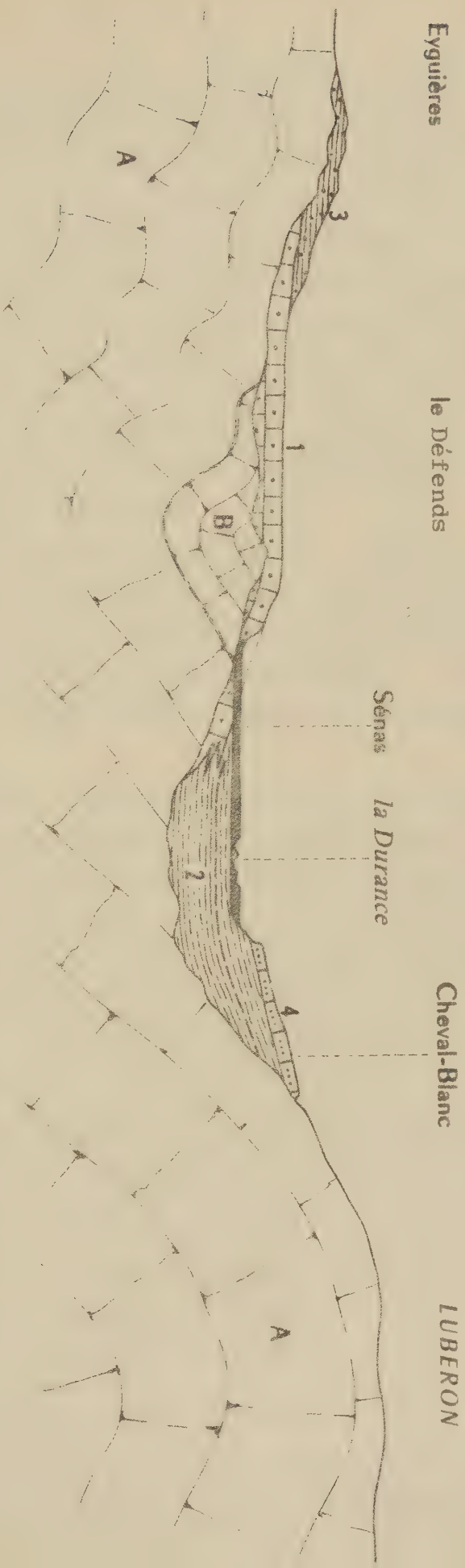


FIG. 50. Diagramme montrant les relations des faciès au début du Miocène au voisinage du détroit durancien.

- 4 grès roux molassique helvétique
- 3 sables marneux helvétiques
- 2 marnes bleues sableuses: Helvétien inférieur et Burdigalien
- 1 molasse calcaire burdigalienne

substratum : B Crétacé supérieur

A Crétacé inférieur

argileuses bleutées. Ces dernières peuvent être finement sableuses par place, ou micacées. Dans les petites carrières encore en exploitation au lieu-dit La Barrière, on les observe sur une épaisseur de 6 à 8 mètres. Les premiers centimètres au contact avec le rocher calcaire livrent par place la faune de Caumont, mais moins riche (voir 4ème Partie). Le sommet des marnes bleues supporte un banc de 3 à 6 m de grès molassique roussâtre, zoogène, finement vacuolaire. Sa base, au contact des marnes bleues, est litée. Latéralement, il vient reposer sur le Crétacé, l'épaisseur des marnes augmentant rapidement sous lui vers l'aval. Les débris de fossiles qu'il renferme sont les mêmes que dans le grès de Caumont ou de Sauveterre.

Les observations sont les mêmes jusqu'à la ferme l'Aumone, sur une distance de 4 km. Les marnes sont visibles sur cette distance sur une épaisseur de 40 m maximum. Le banc de molasse gréseuse atteint par place une dizaine de mètres. Les marnes bleues se terminent en affleurement autour des premiers rochers de calcaire lutétien.

Il est difficile de ne pas conclure à un âge burdigalien-helvétien pour ces marnes bleues, étant donné l'identité parfaite de ce site avec ceux du Comtat. Aucune sédimentation de calcaire zoogène n'a pu se réaliser dans ce chenal, sauf plus au N dans la "crique" des Taillades (voir 4ème Partie). Son bord méridional par contre, constituant une sorte de plateforme, recevait au Défends et à Mallemort un dépôt molassique habituel (voir schéma FIG. 50).

Plus loin on ne peut suivre les caractéristiques paléogéographiques de la région au début du Miocène. Le chevauchement du bord méridional du Luberon, les éboulis et les alluvions masquent le Miocène. Mais il est probable que le chenal disparaissait de suite plus à l'E, et que la région de La Roque d'Anthéron et de Lourmarin était simplement un bassin peu profond, ainsi que nous allons le voir plus loin.

2°/ L'Helvétien sur le bas Luberon.

Entre les affleurements précédents et le secteur des Borrys le Miocène est masqué par des alluvions et des éboulis, mais à

la surface de la partie méridionale du Luberon subsistent des lambeaux importants de Miocène. On les rencontre d'abord près de la ferme des Mayarques, puis entre le point coté 288,9 et la ferme du Jas des Bourdillon. Ces lambeaux de forme allongée et orientés E-W, sont situés à l'altitude d'environ 250-300 mètres. Ce sont des sables marneux, jaunâtres, non grésifiés, azoïques. Il s'agit probablement d'Helvétien inférieur.

On observe bien, entre les fermes de la Font de l'Orme et de Saint-Phalès, le contact de ces sables marneux avec le substratum des calcaires néocomiens: ce sont des aires d'abrasion riches en lithophages, en surfaces verdies et modelées. On remarque aussi quelques galets verdis.

3°/ La série helvétique du bassin de Cadenet-Cucuron.

A l'E des Borrys, sous les alluvions caillouteuses de l'ancienne terrasse de la Durance et sous les placages résiduels de conglomérats pliocènes, on retrouve enfin le Miocène entre le Rastegat et les Basses-Baumes.

a) L'Helvétien inférieur.

Il est localement présent au pied des Basses-Baumes, et est visible dans le coteau à l'E immédiat de la cote 128,3. C'est un sable jaunâtre assez fin, légèrement marneux, azoïque. On retrouve plus largement cette formation au pied du Luberon, s'étendant à partir du Sanatorium de Roquefraiche et s'élargissant dans la région de Lourmarin, où l'on peut mieux l'étudier. Ce sont pareillement des sables jaunâtres ou bleutés, assez marneux surtout à la base, quelquefois micacés, rarement durcis, homogènes et azoïques. Leur épaisseur est grande: dans les 150 mètres. Ils ne m'ont livré de fossiles qu'au lieu-dit la Sambuque au NW du bombement crétacé de la Déboulrière: c'est un banc sableux, localement très riche en Pinna, à l'exclusion de toute autre forme.

A la périphérie de la Déboulrière ces sables marneux fins de l'Helvétien inférieur, masqués par la végétation, forment une vaste ellipse de collines aux croupes molles. On les retrouve au N de Cabrières et de la Rotte au dessus du Burdigalien, avec un pendage bien marqué vers le S. Ils affleurent

également au N et au SE de Saint-Martin.

b) L'Helvétien moyen.

Au dessus de ces sables marneux un entablement, en général bien marqué dans le paysage, s'observe dans toute la région de Lauris et de Lourmarin. Je définirai cette formation dans les falaises des Rochers de Malan et du lieu-dit Bichouarde, sur le pourtour du plateau de Lauris, et principalement dans les co-teaux et les carrières à l'W immédiat de Lauris. La "molasse de Lauris", assez variable d'aspect, est une molasse gréseuse jaunâtre, dure, souvent vacuolaire, quelquefois assez grossière, légèrement organogène par place. Elle montre souvent des petites taches ocreuses analogues à celles du grès de Suze, de Sérignan et du Comtat. Elle ne livre que des débris de fossiles indéterminables. Son épaisseur est de l'ordre de 20 à 30 m. Cette formation, signalée par F. Fontannes, n'avait jamais été décrite depuis cette sommaire indication.

Près de Puget on la retrouve sur les deux flancs du vallon des Baumes, notamment aux abords du hameau de ce nom, ainsi que de celui des Basses-Baumes. Dans les escarpements souvent utilisés comme abris trogloditiques, les bancs gréso-molassiques, assez zoogènes et à petits galets, livrent quelques fragments de pectinidés dont Chlamys cf. gentoni FONT., Turritella sp., ainsi que des bryozoaires en boules. Sa partie supérieure devient, comme dans la région de Lauris et de Lourmarin, plus gréseuse et plus ferrugineuse. On retrouve la formation aux abords du Sanatorium de Roquefraiche. A partir de là elle forme un ressaut continu par la Jambonne, la Rarguette, la Marchande, le Collet Redon, le Couleton et Lourmarin. Au SW immédiat de ce village, elle constitue le soubassement du petit plateau entre la route de Lauris et le château de la Colette. Au delà la molasse de Lauris forme un ressaut presque continu, parallèle à la route de Cucuron et situé en moyenne 300 m en son S. Je ne l'ai pas retrouvé aussi nettement dans la région de Saint-Martin et de La Tour d'Aigues.

La molasse de Lauris, n'étant pas reliée en continuité avec d'autres assises connues, ne peut pas être datée avec sûreté.

Je la considère néanmoins, étant donné sa position stratigraphique et son faciès, comme à peu près équivalente à la molasse du Comtat, peut-être un peu plus récente: partie supérieure de l'Helvétien inférieur ou bien Helvétien moyen.

c) L'Helvétien supérieur.

Présent au N de Puget et de Lauris sous la terrasse caillouteuse, on le retrouve entre Lourmarin et Cadenet et, d'une manière générale, à la périphérie des massifs synclinaux de Cadenet et de Cucuron. Il forme toute la région dans un quadrilatère Cucuron- La Motte- La Tour - Ansouis. Ce sont des sables jaunâtres ou grisâtres, homogènes et azoïques, analogues à ceux de l'Helvétien inférieur, mais moins marneux et souvent plus gréseux. On juge bien de leur épaisseur (80 à 90 mètres) dans la colline abrupte du Jas de Puyvert entre Cadenet et Lauris, où leur couleur se trouve être assez uniformément gris-bleuté, mais sans être plus marneux pour cela. Au N d'Ansois, Fontannes les cite sous le même faciès, plus marneux toutefois et avec une épaisseur de 200 m.

d) Les intercalations fluvio-terrestres dans la région de Mirabeau.

Entre Pertuis et Sainte-Tulle, par la Bartidonne, Mirabeau, Beaumont et Corbières, l'Helvétien prend un aspect tout à fait particulier. Au milieu des "safres" jaunes de type banal apparaissent des bancs de lithologie inhabituelle pour le Miocène. Leur diversité et leurs variations ne permettent l'établissement d'aucune coupe type. Je donnerai néanmoins à titre d'exemple celle qu'on peut relever de part et d'autre de la Bastidonne, dans les tranchées de la R.N. Elle complètera l'étude qu'a récemment faite de ce secteur D. Mongin (1960).

- | | | |
|------|---|--|
| E | (| 16 - grès jaunâtre dur, 20 m. |
| 21 m |) | |
| | (| 15 - safre gréseux dur, cristallin, jaunâtre, 1 m. |
| |) | |
| | (| 14 - safre jaune à miches gréseuses, hétérogène, d'aspect non habituel, 8 m. |
| D |) | |
| 13 m | (| |
| |) | 13 - safre jaune banal, 5 m. |

- (12 - calcaire lacustre fistuleux, 7 m.
-)
- (11 - calcaire fistuleux beige, à odeur dolomitique et
- C) débris de coquilles lacustres, alternant avec un
- (calcaire marneux et poudreux blanchâtre, 3 m.
- 15 m)
- (10 - grès marneux blanc, 3 m.
-)
- (9 - marne verte, 1 m.
-)
- (8 - grès calcaire blanchâtre, 1 m.
- B)
- 7 - safre jaune banal, à miches gréseuses (10 m); le
- sommet livre quelques petites huîtres et des débris
- de grosses huîtres.
- (6 - lacune d'observation (5 ? m) aux abords mêmes du
-)
- (village.
-)
- (5 - grès blanc calcaireux, 5 m.
- A)
- (4 - molasse gréso-marneuse blanchâtre, noduleuse, sem-
- 20 m) blant localement remanier la précédente, 5 m.
- (3 - molasse gréso-marneuse blanche, à galets verdis et
-) grandes huîtres, 2,2 m.
- (
-) 2 - niveau d'argile beige et noire, ligniteuse, 0,8 m.
- (
-) 1 - grès blanchâtre, calcaireux, à bancs durs, 2 m.
- Aquitanien, calcaire gréseux blanc arasé.

Le niveau 3 s'observe bien en deux points situés à 500 m et 800 m à l'E du village: les huîtres sont attribuables à Ostrea aginensis CHEMN. Les niveaux blanchâtres calcaréo-gréseux proviennent sans doute de l'érosion de l'Aquitanién voisin. Les bancs 11 et 12 des couches C correspondent à ceux indiqués sur la feuille Forcalquier sous le figuré spécial m3al.

Il est difficile de préciser les équivalences entre cette série mixte et la série habituelle marine de la région de Lourmarin. On peut avancer que les couches A, B et C (total 55-60 m) correspondent à l'Helvétien inférieur et les couches D (20 m) à la molasse de Lauris (Helvétien moyen).

Le reste de l'Helvétien s'étudie bien au NE de Mirabeau. Au dessus des grès jaunes assez sableux (D) de la coupe précédente, d'autres sables gréseux s'observent encore, mais avec en bien des points des passées de lithologie inhabituelle. Ainsi

aux abords du chemin vicinal de Beaumont, à environ 1 km après le carrefour avec la R.N.573 , on relève la coupe suivante:

- | | | |
|------|------|--|
| G | 23 - | sandre gréseux banal, 15 m. |
| 15 m | | |
| | (| 22 - grès marneux r che, rose-jaunâtre, 2 m. |
| |) | |
| F | (| 21 - banc de gr s grumeleux rose, 0,5 m, extraordinaire- |
| |) | ment riche en <u>Helix</u> . |
| 9 m | (| 20 - grès jaune-rose à débit caillouteux, 0,5 m. |
| |) | 19 - grès jaune-roux grumeleux, 1 m. |
| |) | 18 - sandre gréseux r che, roussâtre, 5 m. |
| E | 17 - | sandre gréseux jaunâtre, à passées hétérogènes ou |
| 15 m | | blanchâtres, sur 15 m. |

Le niveau F correspond à la partie supérieure ou à un faciès latéral de l'ensemble D-E de la coupe précédente. Le banc 20 livre des centaines d'exemplaires intacts d'Helix, à rapporter à Helix aquensis DE S. entre autres.

Le Tortonien commencerait une trentaine de mètres environ au dessus du banc 23, dont le faciès semble demeurer le même entre temps. Avec les couches F, leur ensemble (55 m) correspond approximativement à l'Helvétien supérieur.

Quoi qu'il en soit, cette série dénote des influences fluviales, lacustres et terrestres très nettes. Comme plus tard avec l'immense delta de piémont des conglomérats pontiens et pliocènes de Valensole, comme plus tard encore avec la descente quaternaire de la Durance et du Verdon, ce secteur était au Miocène le débouché delta ique d'un Verdon helvétien qui drainait les régions émergées de la Provence septentrionale. Il est intéressant de relier ce fait paléogéographique avec les résultats mis au point ces années dernières par C. Corn t (1959). Cet auteur a pu reconstituer avec une bonne approximation l'emplacement au Miocène moyen d'un réseau hydrographique, avec 5 thalwegs principaux, drainant la région N de Toulon; chacun est matérialisé par l'alignement de lambeaux de cailloutis très anciens, dont l'âge anté-pontien est démontré. Leur confluence formait finalement un thalweg principal, se dirigeant vers le N

et passant par Méounes et La Roquebrussanne. Son cours inférieur, qu'il serait intéressant d'essayer également de repérer, devait par Saint-Maximin et Pourrières déboucher dans le bassin d'Aix et la région de Jolques.

Paragraphe 3 : Le Tortonien marin.

=====

Au dessus des safres de l'Helvétien supérieur, existe de façon générale dans toute la région de Cadenet et de Cucuron une formation de molasse très fossilifère. Elle a été décrite en premier lieu par Fontannes qui en a donné d'excellentes listes de fossiles (Etudes, t. 4, 1878, p. 49 s.q.q.).

Ces gisements typiques sont alignés suivant une ligne E-W passant immédiatement au N du village de Cucuron. L'affleurement de cette molasse, marqué d'un pendage N de 20 à 30 degrés, forme un ressaut dans le paysage et correspond au flanc S du synclinal de Miocène supérieur de Cucuron- Cabrières d'Aigues.

C'est une molasse calcaire zoogène, jaunâtre, grossière, assez dure, à nombreux débris de grandes coquilles. Il est commode, ne serait-ce que pour confirmer le terme le plus en usage, d'appeler cette formation "molasse de Cucuron". Voici une liste des fossiles les plus communs et les plus caractéristiques qu'elle renferme: Chlamys scabriuscula FONT. et sa var. cavarum FONT., Chl. multistriata FONT. var. nimia, Pecten solarium LMK. var. cucuronensis FONT., Pecten planosulcatus MATH., Pecten cf. benedictus LMK., Arca turonica DUJ., Pectunculus glycimieris LIN., Cardium, Cardita Jouanneti DESH., Venus, Cytherea, Tapos, Tellina, Corbula cf. gibba OLIVI, Panopae, Ostrea boblayei DESH., O. digitalina DUBOIS, Echinolampas hemisphaericus AGASS., Ficula chlathrata LMK., Conus, Turitella (= Proto)cathedralis BRONGN., balanes, quelques bryozoaires.

A la vérité il existe toute une série de gisements de cette formation, pratiquement chaque fois qu'existe un affleurement suffisant et de lithologie pas trop dure. Ainsi en va-t-il de toute la périphérie du synclinal de Cucuron- Cabrières d'Aigues et de celle du plateau de Cadenet- Villelaure. De très bons gisements de la molasse de Cucuron existent sur le bord de la

route de Lourmarin à Cadenet, en contre-bas du petit plateau des Gardis : citons notamment entre le point coté 241,8 et la ferme des Gardis, ainsi qu'après le tournant de la R.N.543 en aval du point 238,2. Ils m'ont livré une faune très riche, plus facile à dégager que dans la localité type; y prédominent Chlamys scabriuscula FONT., Pecten planosulcatus MATH., Ostrea boblayei DESH., Arca turonica DUJ.

Un autre gisement situé sur le pourtour de la petite colline au N de la ferme Serre, près du château de Collongue, consiste, entre autres, en un banc très dense d'Ostrea boblayei DESH. Il m'a livré également une très belle dent d'Oxyrhina hastalis AG. Un autre gisement, qui mérite une mention particulière non pas pour ses caractères propres mais pour sa position, et à ma connaissance jamais signalé, se rencontre à la partie tout à fait inférieure du vallon des Baumes où il constitue le premier tertre sur sa rive gauche. Il est situé une vingtaine de mètres en contre-bas de l'affleurement de molasse de Lauris des Basses-Baumes et présente un pendage N de 15 à 20 degrés. Sa présence ne peut donc s'expliquer que par une faille d'orientation E-W et un rejet de quelques 80 à 100 mètres, qui passerait immédiatement au N du tertre constituant le gisement. Je dénommerai celui-ci "gisement de la Tapi" du nom du petit ruisseau qui coule dans le vallon des Baumes. La faune est assez riche et, dans les bancs de sables compacts notamment, d'une excellente conservation. C'est le point le plus occidental de la vallée de la Durance où ait été signalé le Tortonien marin fossilifère. Citons principalement: Ostrea boblayei DESH., Ostrea sp., Chlamys scabriuscula MATH. avec les deux valves, des individus de petites tailles attribuables à la variété cavarum FONT. du précédent, Panopaea, grandes balancs.

Les bancs de molasse fossilifère de Cucuron, dans la plupart des affleurements, alternent pour une part au moins égale avec des bancs de sables légèrement gréseux, généralement beaucoup moins riches en fossiles.

Quel est l'âge de la molasse de Cucuron ? Il est indéniable que sa faune, complétée comme nous allons le voir par celle encore plus riche des couches marines qui la surmontent,

présente des caractères nouveaux par rapport à celle de l'Helvétien. Il faut reconnaître cependant que les comparaisons sont rendues difficiles du fait de la pauvreté en fossiles des sables gréseux helvétiques, et notamment de leur partie supérieure. Mais, comme pour le bassin de Valréas, un renouvellement indéniable de la faune se superpose à ce simple enrichissement, conditionné et facilité par celui-là même. Les conditions biologiques plus favorables qu'à l'Helvétien sont dues essentiellement à la diminution temporaire des venues détritiques.

Dans la région de Cadenet et de Lourmarin, mais plus nettement dans celle de Cucuron, Cabrières et la Motte d'Aigues, une autre formation marine, aussi classique que la molasse de Cucuron, la surmonte. On l'a désignée toujours sous le nom de "marnes de Cabrières d'Aigues", dénomination qu'il n'y a aucune raison de changer. Son épaisseur est d'environ 10-15 m dans la région de Cadenet, et atteint une trentaine de m vers la Motte d'Aigues. C'est une marne plus ou moins argileuse, fine, bleutée, peu ou pas sableuse; elle peut toutefois être entrecoupée de lits assez sableux. Il est à noter d'ailleurs que la molasse de Cucuron elle-même pouvait alterner avec des bancs non plus sableux, mais marno-sableux et grisâtres annonçant, verticalement et latéralement, le faciès des marnes de Cabrières.

La faune de cette nouvelle formation, localisée dans sa moitié inférieure surtout, a déjà fourni à Fontannes une longue liste d'espèces. Je me bornerai à donner l'indication des formes les plus communes ou les plus caractéristiques: Chlamys multi-striata POLI, Chl. scabriuscula MATH. var. improvisa FONT., Ostrea crassissima LMK., O. digitalina DUB., Anomia costata BROCCHI, Arca turonica DUJ., A. noae LIN., Cardium, Cardita jouanneti BAST., Venus plicata GMEL., V. islandocoides LMK., Cytherea pedemontana AGAS., Eastonia rugosa CHEMN., Tellina, Corbula escoffierae FONT., Murex, Cancellaria, Nassa dujardini DESH., N. cabrierensis FONT., Terebra modesta DEFR., Ancillaria glandiformis LMK., Conus canaliculatus BROCCHI, Pleurotoma jouanneti DESM., P. cabrierensis F. et T., Natica euthele F. et T., autres Natica, Cerithium lignitarum EICHW., C. papaveraceum BAST., Turritella pusio F. et T., T. bicarinata EICHW., Proto

rotifera F. et T., Trochus, Rotella subsuturalis d'ORB.

La partie supérieure des marnes de Cabrières est en particulier riche en Ostrea crassissima LMK., pouvant, comme dans le bassin de Valréas, former un banc bien observable et qu'on peut utiliser comme repère stratigraphique. Par lui se termine la succession des assises marines du Miocène.

Paragraphe 4 : Le Miocène supérieur continental.

=====

Au dessus des marnes de Cabrières vient une couche peu épaisse (10 m) de marnes grisâtres plus ou moins ligniteuses, livrant en certains points - mais alors en grand nombre - des Melanopsis narzolina BONEL. Ces marnes se poursuivent vers le haut en livrant une faune lacustre: Bithinia leberonensis F. et T., Limnea heriacensis FONT., Planorbis praecorneus F. et T., Pl. matheroni F. et T., et Helix chroistoli MATH. (15 à 25 m). Les fossiles sont plus abondants, en général, à la partie supérieure. Ils sont très abondants, notamment les Helix, dans les calcaires travertineux qui se développent au-dessus des marnes. Ceux-ci, qui n'existaient pas dans le bassin de Valréas, où toute la série lacustre était marneuse ou sablo-marneuse, sont grisâtres ou blanchâtres, marqués de tubulures et de vacuoles quelquefois recristallisées. Certaines passées sont criblées de débris de coquilles lacustres à test blanc. Leur épaisseur est de quelques mètres à 20 m.

La série miocène se termine par une formation bien connue, qu'on peut dénommer "limons et cailloutis rouge du Mont Luberon". Elle est célèbre pour avoir fourni à Gaudry en 1873 une faune assez riche de Mammifères. Cet auteur y a cité: Hipparion gracile KAUP., Gazella deperdita GERV., Tragoceras amaltheus GAUDRY, Paleoceras lindermayeri ROTH et WAG., Cervus matheroni GER., Acerotherium incisivum KAUP., Rhinoceros schleiermacheri KAUP., Dinotherium giganteum KAUP., Ichthytherium hipparionum GAUDRY, Ich. orbignyi GAUDRY, Machairodus cultridens KAUP., Hyena eximia ROTH et WAG., Helladotherium duvernoyi GAUDRY, tortues. Le gisement correspondant aux fouilles de Gaudry est situé entre Cucuron et Cabrières, près du torrent du Vabre, à

300 m au NE de la ferme de l'Aumane. Son emplacement avait été perdu depuis: il m'a été précisé récemment par le petit-fils d'un des ouvriers de Cucuron qui avait participé aux travaux de terrassement sous la conduite de Gaudry. Contrairement à bien des gisements de Mammifères du Miocène supérieur du Bas-Dauphiné celui de Cucuron ne semble pas donner lieu à un complément de recherche pour la faune de petites espèces (ex: Rongeurs). Mais un examen détaillé de la formation est à effectuer à l'échelle de toute la région, les niveaux à ossements devant se retrouver en d'autres points du même faciès.

La formation consiste en amas de cailloutis peu roulés, emballés dans une argile sableuse ou un sable argileux, plus ou moins marneux, de teinte rougeâtre. Ce limon rouge est plus développé à la base, alternant avec les lits de cailloutis. Les éléments sont en général anguleux, mais à bords émoussés. Ils proviennent essentiellement des calcaires du Crétacé inférieur du Luberon ou de ses dépendances. C'est un sédiment souvent mal stratifié et hétérogène, peu et irrégulièrement consolidé. A sa partie supérieure, au N de Cucuron, il se cimente cependant, sur une vingtaine de mètres d'épaisseur, en une sorte de brèche. C'est en somme un sédiment mixte: une certaine proportion d'éboulis fossiles s'associe à un sédiment d'origine fluviatile au pied des reliefs du Luberon. Son épaisseur est difficile à estimer: elle doit cependant dépasser en certains points une cinquantaine de mètres d'épaisseur.

L'extension des cailloutis et limons rouges du Mont Luberon est plus vaste que les tracés actuels de la feuille Forcalquier au 80.000ème l'indiquent. Outre les plateaux de Cucuron, ils forment d'autres placages, de moindre importance: au S et au NE de Saint-Martin-de-la-Brasque et au SE de la Bastide-des-Jourdans. Une chose importante à souligner est la relation éminemment particulière qu'ils montrent vis-à-vis des couches miocènes. Si, en effet, au N même de Cucuron ils reposent bien sur les calcaires gris lacustres à Helix christoli MATH., ils débordent largement les contours de cette formation ailleurs. Au NW de Vaugines et au SSW de Cabrières-d'Aigues les cailloutis rouges viennent reposer sur les marnes de Cabrières. A 2 km à

l'WNW et à 2 km au SSW de Cabrières, ils recoupent même les affleurements de la molasse zoogène de Cucuron et s'étendent sur les safres de l'Helvétien supérieur. C'est sur cette dernière formation qu'on les observe de part et d'autre de Saint-Martin-de-la-Brasque. Au pied du Luberon, au N de Cabrières, ils s'étendent même sur le Burdigalien et sur l'Oligocène. A la Bastide enfin ils reposent sur l'Oligocène. Aussi, étant donnée la disposition synclinale des couches miocènes du bassin de Cucuron-Cabrières, et l'indépendance manifeste que montre l'extension des cailloutis rouges par rapport à elle, on peut véritablement dire que ces derniers représentent une phase de sédimentation discordante par rapport au cycle miocène lui-même. Il y a eu un léger plissement de toute cette région miocène avant la sédimentation fluvio-terrestre des cailloutis. Ce fait n'avait jamais été mis en lumière, bien que certains tracés des cartes géologiques existantes le représentent localement. Il ne s'agit pas seulement d'une "discordance sédimentologique" telle qu'une formation bréchiforme peut en présenter à la limite de sa ligne d'atterrissage. Si l'on peut interpréter ainsi le fait que les cailloutis rouges recoupent le Burdigalien et l'Oligocène au pied même du Luberon, au N de Cabrières-d'Aigues, il n'en est pas de même ailleurs. Au SSW de Cabrières notamment, l'extrémité des cailloutis rouges va recouper le bord méridional du synclinal pour s'étaler sur les sables de l'Helvétien; de même à l'extrémité NE des plateaux de Cadenet. On est là sur l'axe de la ride anticlinale qui va de la Déboullière au Jas des Templiers, et les observations précédentes tendent à montrer qu'elle aurait rejoué pendant le Miocène terminal.

Or, par ailleurs il est bien établi, d'après les caractères de la faune classique qu'ils renferment, que les cailloutis rouges du Mont Luberon sont une formation incontestablement plus ancienne que celle dite des "sables de Montpellier" du Pliocène ancien, à Mastodon arvernensis. Il est bien établi aussi qu'elle correspond, à l'échelle européenne, à la faune de Pikermi dont l'âge miocène supérieur ne fait point de doute. Enfin la présence des Hipparion gracile et d'autres formes associées, trouvées depuis quelques années dans des couches stratigraphiquement datées du Vindobonien supérieur du Bas-Dauphiné, lie incontestablement

la faune du Mont Luberon à la partie supérieure du cycle miocène.

On aboutit ainsi à la conclusion suivante: les cailloutis rouges du Mont Luberon sont bien d'âge miocène terminal ("Pontien" des auteurs, ou "Sarmato-Pontique"), mais légèrement discordant sur le reste du Miocène. Cela confirme l'individualité de plus en plus nette que montrent, à l'échelle de toute la vallée du Rhône, les formations jusqu'à présent qualifiées de "Pontien" par rapport à celle de Tortonien (Tortonien inférieur marin + Tortonien supérieur fluvio-lacustre). Cela justifie ainsi mon opinion de considérer les formations à Hélix christoli comme achevant bien le cycle sédimentaire fluvio-lacustre du Tortonien, plutôt que de les grouper avec les cailloutis sous la dénomination de "Pontien" sous le seul prétexte qu'elles ne sont déjà plus marines.

Je n'ai pas cité, dans l'étude des limons et cailloutis rouges du Mont Luberon qui vient d'être faite des masses importantes de galets impressionnés, polygéniques mais à prédominance calcaire, telles que nous en avons rencontré à la partie supérieure des limons et cailloutis rouges de Buisson dans le bassin de Valréas. C'est que les couches les plus caillouteuses de la formation rouge de Cucuron n'acquièrent jamais un faciès pétrographique comparable à un conglomérat de galets bien roulés, ni en tous cas de galets impressionnés. Le sommet des plateaux de Cadenet et de Villelaure montre par contre un beau développement d'une telle formation, lithologiquement tout à fait comparable alors à celle du plateau de Vinsobres. Son épaisseur, réduite par l'érosion, n'est en général que de quelques mètres. Entre Villelaure et Ansouis elle est conservée toutefois sur environ une trentaine de mètres. J'ai dénommé cette formation "conglomérats à galets impressionnés de Villelaure". Les doutes qui subsistent sur son âge ne permettent pas de l'associer à titre définitif avec quelque autre formation déjà décrite et datée. J'ai exposé toutefois (G. Demarcq 1960) les raisons qui m'inclinent à penser qu'il s'agit d'un faciès latéral des cailloutis du Mont Luberon. C'est l'hypothèse classique, figurée en particulier sur la carte géologique au 80.000ème de

Forcalquier. Parmi les arguments que j'invoque, le plus convaincant est le suivant: en bien des points des plateaux de Cadenet et de Villelaure, la base des conglomérats de Villelaure présente un développement de limons rouges, plus ou moins caillouteux, de faciès identique à ceux de Buisson et du Mont Luberon, sur une épaisseur de plusieurs mètres. Déjà Fontannes l'avait cité.

Il faut se mettre en garde, en effet, de ne pas confondre ces conglomérats avec ceux, d'aspect fort semblable, du Pliocène supérieur. Ces derniers existent dans la région, un peu plus à l'W, en lambeaux beaucoup plus restreints et d'altitude bien moindre. Je les ai décrits et localisés sous le nom de "conglomérats à galets impressionnés de Puget". Il en va donc, dans cette partie du bassin de la Durance, comme dans les régions de Villedieu, de Crest et du Bas-Dauphiné, où les deux nappes de galets miocène et pliocène, achevant chacune le cycle sédimentaire de chaque système, coexistent dans des secteurs voisins.

Si l'on tente de reconstituer la répartition paléogéographique différentielle des faciès de conglomérats et de cailloutis rouges du Miocène terminal dans l'ensemble du bassin d'Aix et de la moyenne Durance, on s'aperçoit qu'elle a lieu suivant une ordonnance particulière. Les faciès de limons et de cailloutis se limitent en effet en deux régions. bassin d'Aix, bordure du Luberon; c'est-à-dire les domaines qui bordent, au N et au S, les terres émergées. Là des ruisseaux de peu d'importance et intermittents ne drainaient que des sédiments d'origine locale, peu roulés, et mêlés dans un sédiment moitié alluvial moitié d'altération sub-aérienne. Les conglomérats à galets impressionnés prédominent par contre suivant une ligne médiane E-W qui représente en quelque sorte le thalweg majeur du bassin. Sa signification est indiscutablement celle d'une ancienne Durance, celle-là même qui emplissait peu en amont la vaste région subsidente de piémont de Riez-Valensole. Notons que ce tracé du thalweg "pontien" durancien se retrouvera, à peine décalé, dans les périodes suivantes: lors de la phase de creusement à la limite Miocène-Pliocène d'abord, qui aboutira à localiser suivant une ligne Eyguières- Mérindol- Saint Christophe le ria durancien

de la mer plaisancienne. lors de la période de dépôts fluviatiles du Pliocène supérieur, où s'aligne de Lauris à Mérindol et Eyguières la nappe de galets qui se terminera sous la Crau (et dont l'origine était aussi cette zone, continuellement subsidente entre temps, de Riez-Valensole) lors de la période quaternaire enfin, où les terrasses anciennes et actuelles de la Durance conservent la même direction vers l'W, simplement détournée par le pertuis de Cavaillon au lieu de passer par celui de Laramon.

3ème CHAPITRE

LE BASSIN D'APT

=====

Le bassin d'Apt miocène correspond aux régions situées entre les monts du Luberon et du Vaucluse et drainées par la petite rivière du Coulon, encore appelée Calavon.

Les principaux affleurements de Miocène sont situés d'abord à l'W de Bonnieux, puis au S d'Apt, enfin à l'E de Saint-Martin de Castillon. Plus loin le ruisseau du Coulon s'infléchit vers le N, et les affleurements situés sur sa rive E, à partir de Céreste, font partie du bassin de Reillanne, lequel forme une unité miocène plus facile à rattacher au bassin de Forcalquier. Disons enfin que les affleurements de Miocène du bassin d'Apt couvrent de grandes surfaces et forment des régions naturelles de caractères bien marqués.

Paragraphe 1 : Le Burdigalien et l'Helvétien à l'W de Bonnieux.

=====

Dans la 4ème partie, j'avais étudié les caractères et l'extension de la molasse gréseuse de Saumanes, d'âge burdigalien. Par le "détroit" de Lagnes (dit aussi du Coustellet) la transgression burdigalienne pénétrait dans le bassin d'Apt, où le faciès lithologique de ses dépôts va rester dans l'ensemble le même.

La mer helvétique va également passer, mais plus largement, par ce détroit. J'avais signalé, à l'W immédiat de Lagnes, que les strates successives du Burdigalien venaient s'adosser, avec une inclinaison assez marquée des lits en direction de la plaine du Comtat, contre les reliefs crétacés. Si bien que ce sont directement des bancs de position stratigraphique supérieure et de faciès helvétien qui viennent reposer transgressivement sur le rebord et sur le sommet des reliefs crétacés. Ceux-ci

constituaient donc véritablement au Miocène un paléorelief, et la région située entre eux et ceux, de caractères identiques, du Luberon formait bien un détroit pour les mers miocènes.

Etudions successivement les différentes formations miocènes de ce secteur, et leurs relations réciproques.

1°/ Les faciès de molasse détritique du Burdigalien.

Ils sont bien développés et bien étudiables dans la région de Gordes et de Saint-Pantaléon d'une part, dans celle à l'WNW de Lacoste d'autre part. C'est un ensemble de bancs aux variations latérales et verticales multiples, mais de caractères moyens comparables à ceux de la molasse de Saumanes.

Dans les environs de Cabrières - d'Avignon, de Gordes et de Saint-Pantaléon, on observe surtout une molasse très gréseuse, verdâtre, à passées hétérogènes plus grossières ou vacuolaires. Elle ne renferme que rarement des débris de fossiles, ceux-ci étant alors réduits à de petits fragments très usés et indéterminables. C'est le même aspect que celui signalé parmi les différenciations possibles de la molasse gréseuse de Saint-Remitut dans le bassin de Valréas. Par place la roche est plus meuble, mais rarement. La plupart du temps elle donne, comme dans les hauteurs de Saumanes, un pays sec et pauvre, au sol gris et sableux. Nombreuses sont aussi les plaquettes gréseuses éparses, que les paysans rassemblent en murets ou en tas. Ceux-ci prennent quelquefois de grandes proportions et donnent une allure pittoresque à la région qui s'étend au N de Gorges. Là en particulier, les "bories", sortes d'édifices massifs pouvant servir d'abris et constitués par l'accumulation de ces pierres gréseuses, y sont nombreuses. Dans tout ce secteur le Burdigalien est épais d'une trentaine à une quarantaine de mètres. Son pendage général vers le SSW est de l'ordre de 15°. Il arrive ainsi, au N de Gorges, à dépasser l'altitude de 400 m. Un lambeau près de la route de Murs au lieu-dit Fontanil atteint même 490 m. Dans cette région, le Burdigalien semble "monter à l'assaut" des monts du Vaucluse.

Dans les environs de Goult et des Beaumettes, ainsi que dans le plateau situé sur l'autre rive du Coulon, le faciès,

tout en restant détritique, devient plus varié. En même temps l'épaisseur augmente, jusqu'à atteindre la centaine de mètres. Les observations sont aisées dans les hauteurs dominant N.D. des Lumières et dans celles des Artèmes en direction de Lacoste. En gros, deux types lithologiques extrêmes, avec des variations intermédiaires et des intrications coexistent dans ce secteur. D'abord une molasse gréseuse, grossière, plus ou moins glauconieuse, la plupart du temps assez cohérente, à fraction calcaireuse variable: ce type, analogue à celui des environs de Gordes, se rapproche de la molasse de Saumanes. Le second pôle de différenciation du Burdigalien consiste en un grès marneux, assez fin, durci mais peu ou rarement grésifié, de teinte gris clair en affleurement, gris beige dans la roche. Ce dernier type affleure dans une partie des parois entre les Beaumettes et N.D. de Lumière, ainsi que dans le plateau des Artèmes. S'il arrive de rencontrer des bancs de lithologie intermédiaire, donnant une molasse banale assez dure gris verdâtre, légèrement grossière et peu vacuolaire, la plupart du temps on observe simplement une intrication des deux faciès. Il est impossible de dégager une loi quelconque dans leur répartition verticale relative: ils se mêlent à tous les niveaux. La base du Burdigalien présente toutefois un faciès plus glauconieux, plus meuble quelquefois, avec présence locale d'un conglomérat de base à galets verdis. Le sommet, au contraire, montre souvent des bancs plus durs et plus calcaires du premier type. On ne peut dire plus. Aucun fossile ne se rencontre dans ces formations, sinon de très rares débris informes. Il en va ici comme pour la région de Saumanes, où j'ai montré qu'il n'était pas possible de trouver la moindre confirmation que ce soit à la subdivision en deux sous-étages de l'ensemble du Burdigalien. La suite le montrera encore. Le mérite des notations de la feuille de Forcalquier au 1/80.000, contrairement à celles de la feuille Avignon pour la région de Saumanes, est au moins de n'avoir pas cherché à imposer quand même cette distinction.

2°/ Les faciès de calcaire zoogène burdigalien.

Le long du Luberon, et particulièrement au S de Menerbes, le sommet du Burdigalien différencie de façon aussi spectaculaire

que locale un banc de calcaire organogène. Sans avoir fait l'objet de description particulière, il est néanmoins connu sous le nom de "calcaire de Menerbes". Je préciserai sa définition, tout en en complétant la description, dans les immenses carrières, en partie souterraines, de la colline des Petits Ribas à 1,5 km au SW de Menerbes, où il est actuellement et industriellement exploité comme pierre de taille de grand choix. Son épaisseur est de l'ordre de 30 à 35 mètres. Il surmonte un faciès détritique gréso-marneux, gris et fin, épais d'environ 60 à 80 mètres, affleurant assez mal. La roche de Menerbes forme une dalle très bien marquée dans le paysage, de pendage 20° à 30° N (coupe FIG. 51). Elle constitue des corniches au profil audacieux. Lithologiquement c'est un calcaire pur où les grains de quartz sont très rares (proportion inférieure à 1 o/oo). Sa structure est fine et légèrement vacuolaire. Il est essentiellement organogène, les débris ne pouvant être reconnaissables qu'au microscope: les algues calcaires prédominent, le reste étant constitué par des fragments de bryozoaires, de mollusques, d'échinides, des grains sans structure d'origine probablement clastique et une pâte amorphe. Les macro-fossiles sont par contre extrêmement rares: je n'ai déterminé qu'un seul échantillon de Chlamys sub-holgeri FONT. tout à fait typique (J. Roger 1939). que m'a communiqué M. Tamisier, de Gargas; mais c'est un échantillon splendide, avec les deux valves, et d'une très grande taille.

On suit la dalle de calcaire de Menerbes vers l'W jusqu'à Oppède-le-Vieux, où il constitue le site du pittoresque village. Au delà, son épaisseur diminue et il finit par se fondre dans la partie supérieure de l'étage. Corrélativement, celui-ci devient d'ailleurs moins épais, plus hétérogène, son faciès étant celui d'une molasse calcaréo-gréseuse. Au niveau des ruines de l'ancien village de Maubec, le Burdigalien disparaît à son tour. Ce phénomène paraît s'effectuer au profit des marnes sableuses grises de faciès helvétique, qui le surmontaient auparavant et qui viennent ainsi, suivant un schéma maintenant classique dans le bassin du Comtat, s'adosser directement contre les bancs crétacés redressés du Luberon. Nous retrouvons ainsi les mêmes

conclusions que celles tirées de l'étude de la région des Tail-lades et de Cheval-Blanc, et qui toutes soulignent le caractère de paléorelief sous-marin, certainement émergé en partie, de ce secteur du Luberon.

Vers l'E le calcaire de Menerbes disparaît également, au sein du Burdigalien supérieur, dans le coteau de Tempier, peu après le hameau de la Peyrière. En l'espace de 700 mètres à peine, il devient un calcaire molassique, puis une molasse encore calcareuse plus ou moins vacuolaire, qui n'est plus qu'un des aspects possibles du type de la molasse détritique grossière étudiée précédemment. Mais il réapparaît tout de suite plus loin. Déjà entre les routes Menerbes-Bonnieux et Menerbes-Lacoste, d'anciennes carrières montrent un calcaire molassique organogène comparable à celui de Menerbes. Il forme le plateau de part et d'autre de la route entre les fermes Inquimbert et Tinél. Vers le N il se transforme à son tour en une molasse de moins en moins calcareuse et organogène qui, dans le plateau des Artèmes (voir précédemment), forme de simples bancs locaux vers la partie supérieure de l'étage. Par contre, on suit le faciès calcaire organogène en direction du village de Lacoste où il devient aussi typique qu'à Menerbes. Il est activement exploité dans plusieurs carrières; celles alignées entre le point coté 305,6 et la ferme Soubeyran d'une part, celles d'autre part entre le point coté 348,9 et l'ancien moulin du village (lieux-dits les Plaines et les Peyrières). Dans ces carrières, le calcaire, de même lithologie que dans le site topotypique de Menerbes, est exploité sur une dizaine de mètres; il semble qu'il ne soit guère plus épais. Il livre de temps en temps quelques fossiles; parmi les fossiles mis de côté par les ouvriers, on peut citer: Chlamys praescabriuscula FONT., Pecten subbenedictus FONT., Pecten latissimus BROCC. var. restitutensis FONT., Chlamys cf. subholgeri FONT., Echinolampas hemisphericus AGAS., radioles de Cidaris, Clypeaster.

Cette différenciation locale de calcaire organogène se perd tout de suite plus au S (la Font près du village, les Vassines, Contard). Le triangle irrégulier allant de la cote 346,1 au S des Vassines, à la Font, et à la cote 375 près du Mourre du Bes,

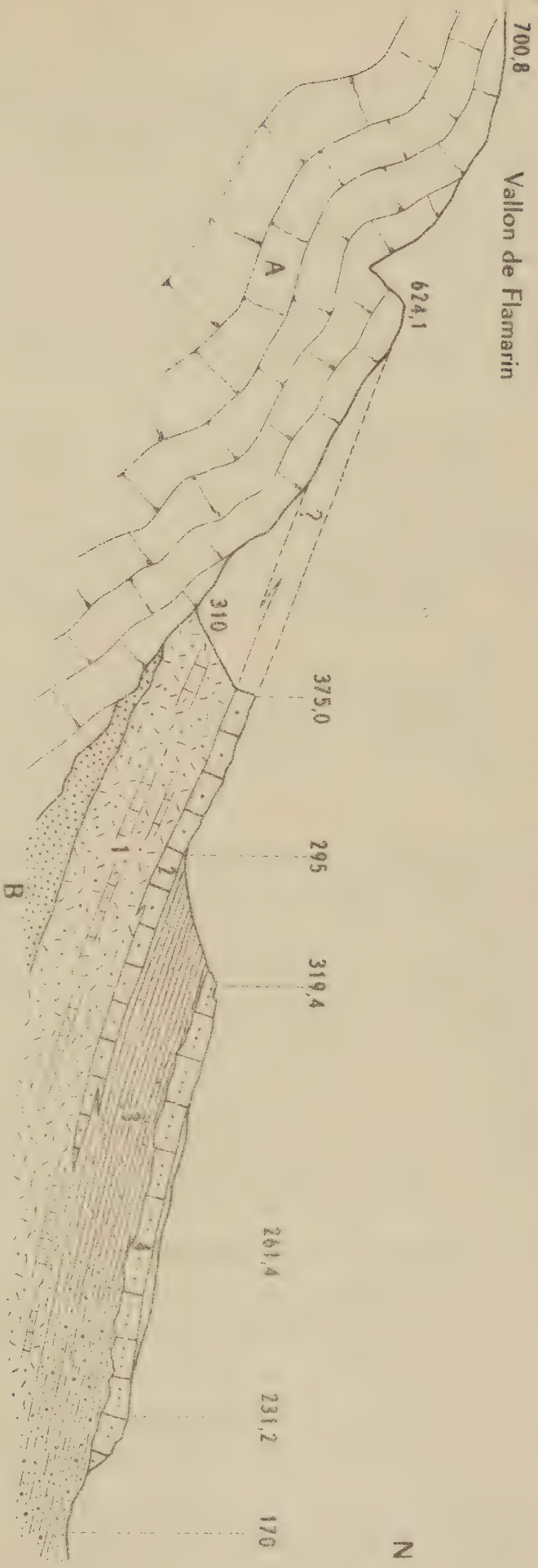


FIG. 51. — Coupe du versant N du Luberon près de Ménéribes.

- 4 grès molassique
- 3 marnes sableuses
- 2 calcaire de Ménéribes
- 1 molasse détritique
- substratum : B sables de l'Eocène inférieur
- A calcaires crétacés du Luberon

est dans le prolongement stratigraphique du calcaire de Lacoste; mais il est devenu une molasse calcareuse grisâtre, à lits variables, proche du faciès banal cité précédemment. Cette molasse est fossilifère au point 354,9 près de la ferme Contard où l'on récolte: Chlamys multistriata POLI, Chl. praescabriuscula FONT., Chl. radians NYST, Echinolampas sp., Psammechinus cf. dubius, Ostrea sp. Quant aux coteaux qui s'étendent au SE de Lacoste, ils correspondent aux molasses détritiques banales du Burdigalien de la région.

Ainsi donc le calcaire de Menerbes et de Lacoste ne forme qu'une lentille dans la partie supérieure du Burdigalien. Il ne se différencie que localement, le long des paléoreliefs du Luberon, terre émergée dont la proximité a sans doute conditionné le dépôt bordier de ce faciès calcaire organogène.

3°/ Les marnes et sables de l'Helvétien inférieur.

Au dessus du Burdigalien se développe un ensemble de sables jaunâtres, fins et marneux, plus ou moins associés à des marnes sableuses gris-bleutées ou jaunâtres.

C'est cette formation qui, entre Lagnes et Cabrières d'Avignon, vient par dessus le Burdigalien reposer sur le substratum urgonien. Elle affleure aux alentours de la cote 176,62 à l'W de Cabrières, et comble une petite dépression faillée en contrebas W de la Croix-de-Lagnes. Dans la région des Imberts ce sont, contrairement à ce qu'indique la carte géologique, presque uniquement des alluvions caillouteuses qui forment le sol; l'Helvétien n'existe que dans la région des Gros. Dans tout ce secteur au N du Coulon, la base de l'étage est sous forme de sable jaunâtre fin, plus ou moins marneux, azoïque.

Au S du Coulon, l'Helvétien affleure beaucoup plus largement. On juge à une épaisseur de 50 à 80 mètres le faciès de marnes sableuses dans la région d'Oppède. Elles forment une petite combe à la base N de la dalle de calcaire de Menerbes (coupe FIG. 51). Les faciès marno-sableux ou sablo-marneux se mêlent constamment; la fraction marneuse semble toutefois prédominer le long du Luberon.

4°/ Les bancs de grès jaunâtres molassiques.

Au dessus des strates précédentes meubles, un banc assez dur se marque dans la topographie. C'est un grès jaunâtre, à lits plus sableux ou sablo-marneux, à passées molassiques et quelquefois même légèrement zoogènes. Son épaisseur est de 20 mètres environ, mais sa limite inférieure n'est pas nette, la partie supérieure des sables marneux précédents pouvant progressivement renfermer des passées à tendance gréso-molassique. Ce grès molassique forme quelquefois des affleurements rocheux importants, comme aux alentours de Menerbes, dont il constitue le site en promontoire (coupe FIG. 51).

La roche est plus ou moins vacuolaire, moyennement grossière. Certains lits acquièrent l'aspect des grès de Suze, avec des facules roussâtres, des vides plus importants.

Les fossiles y sont rares, très fragmentaires: Anomia sp., Ostrea sp., Chlamys gentoni FONT., Chlamys sp., dents de poissons, bryozoaires.

C'est exactement la même roche, avec la même position stratigraphique et la même faune discrète que les grès de Grignan et de Suze, que ceux de Sérignan et du Comtat. Il est donc logique de la mettre en équivalence, du moins avec le grès du Comtat à la partie supérieure de l'Helvétien inférieur.

Il n'existe plus, du fait de l'érosion, de témoins notables d'assises plus élevées. Les plateaux qui descendent en pente douce vers le NW et forment ce pays calme et vallonné de la campagne de Menerbes, sont constitués par le grès helvétique plus résistant. Localement, sur les points les plus hauts par rapport à lui, subsiste, comme sur la colline Gougeas et la colline Briançon, comme aux Aires de Maubec, un sable gréseux jaunâtre, homogène et azoïque, réduit tout au plus à une quinzaine de mètres d'épaisseur. C'est le type banal des "safres helvétiques" de la partie moyenne et supérieure de l'étage.

Paragraphe 2 : Le Burdigalien entre Bonnieux et Viens.

=====

Dans les environs de Bonnieux, de nombreux lambeaux de

Burdigalien, d'un volume de quelques m³ à plusieurs milliers de m³, traînent sur les sables de l'Eocène inférieur. Il est difficile de dire s'il s'agit de lambeaux laissés en place par l'érosion, ou au contraire de masses glissées du plateau. Mais leur surface forme un plan régulièrement incliné vers le S suivant une pente qui coïncide avec le pendage de la molasse des plateaux. Ce fait m'incline à pencher en faveur de la première hypothèse. On rencontre également des témoins de molasse meuble, sableuse. Chaque lambeau n'aurait fait ensuite que se tasser ou s'incliner, mais en restant pratiquement sur place.

De Bonnieux à Saignon le Burdigalien forme un haut plateau de plus de 10 km de long, sorte de carapace de molasse gréseuse prolongeant et doublant vers le N les reliefs crétacés du Luberon.

Les faciès qu'il montre sont aussi variés que variables. Comme dans la région de Lacoste, ils sont en gros de deux types: l'un grés-marneux fin, l'autre grés-molassique plus grossier. Il est difficile de donner une représentation cartographique de leur répartition relative, tant leur intrication est multiple. J'ai tenté de le faire pour les plateaux de Saint-Martin-de-Castillon et de Viens (feuille Reillanne au 80.000ème). Là, à la périphérie des hauts de Courennes, se différencie plus largement le premier type lithologique: c'est un grès gris fin, homogène, tendre, à fraction marneuse importante. Quand il affleure, il forme des croupes ou des pentes aux formes lisses, arrondies, monotones, de teinte grise uniforme. Quand la pente est plus forte, il constitue des plans de ravinement dénudés.

On observe également de tels affleurements dans les vallons autour de Buoux et de Sivergues. J'ai observé dans ce secteur, au milieu de cette roche homogène, des boules siliceuses très dures, sphériques, de 15 à 30 cm; elles paraissent, dans les parois consolidées du grès marneux, telles des boulets enfoncés dans une muraille.

L'autre type lithologique est lui-même très varié. La plupart du temps c'est une molasse gréseuse grossière, vacuolaire, glauconieuse, beige à verdâtre. Elle est plus ou moins calcaireuse, rarement à débris organogènes. Elle forme fréquemment

des affleurements rocheux escarpés, qui peuvent même se suivre en corniche sur une certaine longueur. Mais la position stratigraphique de tels bancs est tout à fait quelconque. Au lieu-dit la Combette, à l'entrée des gorges de Lourmarin, c'est la base du Burdigalien qui présente un tel faciès, sur une dizaine de mètres, assez calcaire et mêlé de galets verdis. Même chose sur 18 m à Saint-Martin-de-Castillon, avec des bancs durs cristallins alternant de bancs tendres verdâtres; la base montre 4 m de conglomérat à galets verdis et à dragées de quartz.

Dans les gorges de la Loube en aval de Buoux, deux masses principales de molasse dure calcaréo-gréseuse se différencient: l'une peu au-dessus de la base, avec les mêmes caractères qu'à la Combette, l'autre au sommet (plateau des Confines) (voir coupe FIG. 52). Un peu plus loin, dans le vallon de Sivergues, leur différenciation est moins nette; la masse de 40 m se réduit à une dizaine de mètres, séparant ainsi deux ensembles importants de marnes gréseuses grises, celle inférieure s'étendant largement vers Auribeau. Ailleurs (partie E du plateau de la Baume-sur-Sorgues, plateau de la Roche d'Espeil et de la Para), ce sont les bancs supérieurs qui deviennent une molasse dure. Au coteau Saint-Pons, au Serre de la Faret de la Roche, à l'Ourillon c'est un peu toute l'épaisseur, ici nettement réduite, qui prend ce faciès. Même chose dans la région de Viens, le faciès devenant très grossier et vacuolaire. Ni au milieu, ni au sommet de l'étage, ne se différencie en tous cas de calcaire zoogène comparable à celui de Menerbes.

L'épaisseur elle-même est très variable. Dans le vallon inférieur de Buoux, sur les pentes des Confines par exemple, elle est d'environ 130 mètres. A l'E de Bonnieux, d'une centaine de mètres. En d'autres points elle n'est plus que de 50 à 60 mètres, même moins. Il est évidemment difficile de faire la part entre la réduction propre d'épaisseur de l'étage et celle provenant de l'érosion.

La molasse burdigalienne a un pendage moyen de 10 à 20° dans la partie N des plateaux, augmentant progressivement jusqu'à atteindre 30 et 35° contre le Luberon. Si l'altitude des plateaux est en moyenne de 450 à 500 mètres, les derniers affleurements



FIG. 52. Coupe dans le vallon de Buoux montrant les intrications de faciès du Burdigalien.

5 et 3 molasse calcaireuse grossière
 4 et 2 grès marneux gris
 1 conglomérat verdi
 substratum : A calcaire aquitanien

contre le Crétacé atteignent bien plus: 580 m à la Tour Philippe au S de Bonnieux, presque autant à la Chambarelle; 732,8 au Serre de la Roche; 821,2 au sommet de l'Ourillon. Ces altitudes, relativement élevées pour le Miocène, laissent supposer qu'une carapace continue de Burdigalien recouvrait le Crétacé du Luberon dans ce secteur, du moins entre le parallèle de Bonnieux et celui de Sivergues. Les sommets actuels de la chaîne crétacée sont, en effet, de l'ordre de 600 à 700 m seulement. A partir du Signal de Sivergues (896,1) et de l'Eyrette (899), il est probable que le Crétacé, dont la ligne de crête dépasse souvent 1.000 m, était émergé, du moins jusque vers Vitrolles.

Au N du Coulon, de rares témoins de Burdigalien subsistent çà et là. L'un sur le Ludien du Bois des Combes, près du hameau de Perrotet. Un autre immédiatement en contre-bas S du sommet de la colline Sainte-Radegonde (altitude 465 m). Un troisième, découvert par E. Roch, est situé à 1,4 km au NNE d'Apt, près de la ferme Maurèle.

Pour terminer, disons que, dans tout le secteur étudié dans ce paragraphe, le Burdigalien n'est guère fossilifère. Il livre quelques mauvais débris d'échinides, d'huîtres ou de pectinidés pratiquement indéterminables, associés à des algues calcaires et des bryozoaires épars.

4ème CHAPITRE

LE BASSIN DE REILLANNE ET DE FORCALQUIER

=====

De Céreste jusqu'à Ganagobie, sur une longueur d'environ 40 km, un vaste bassin oligocène, largement synclinal, renferme en son milieu de grandes surfaces de Miocène. Comme dans le bassin de Ménerbes, ces assises miocènes correspondent au Burdigalien et l'Helvétien inférieur et moyen.

Paragraphe 1 : Le Burdigalien.

=====

Les formations vont rester en gros les mêmes, un peu plus calcaires toutefois et devenant fossilifères. Le substratum, à partir de Céreste, est constitué par les calcaires lacustres de Reillanne. A Céreste le Burdigalien est peu épais, constitué par 20 m de molasse dure verdâtre, quartzreuse et cristalline, que surmontent 12 à 15 m de grès marneux gris. Entre Céreste et Reillanne la formation molassique s'épaissit et devient progressivement marno-gréseuse, le sommet devenant par contre plus calcaireux et fossilifère.

On relève la coupe suivante au lieu-dit le Vallon, à 2 km W de Reillanne:

- sommet: safre fin helvétien.
- molasse calcaireuse assez grossière, détritique et zoogène; elle renferme de nombreux fossiles..... 5 m
- marnes finement gréseuses, à moules de lamelli-branches..... 7 m
- marnes gréseuses en plaquettes avec, au milieu, un banc molassique verdâtre..... 15 m
- marnes gréseuses litées à bancs plus durs et plus gréseux, grises, bleutées ou jaunâtres..... 25 m
- calcaire aquitanien.

Dans le vallon à l'W immédiat du village, on note:

- sommet: safre fin helvétique.
- molasse calcareuse, avec un banc plus marneux,
quelques fossiles..... 15 m
- marnes gréseuses, plus ou moins tendres, assez fines,
grises ou jaunâtres; elles m'ont livré des fragments
de carapace et de pinces d'un gros crabe du groupe
des Portunidés. Epaisseur..... 25 m
- calcaire aquitanien.

Le banc de molasse calcareuse m'a livré, surtout dans le premier gisement: moules de lamellibranches: Cardium, Cardita, Tapes, Panopea, etc...; moules de gastéropodes, plus rares: Natica, Turritella. Nombreux débris d'huîtres et de pectinidés. La partie supérieure renferme un banc très riche en Scutelles, mais difficiles à dégager.

A 6 km au N de Réillanne, près de Vachères, subsiste un lambeau de molasse burdigalienne. Il est à l'altitude de 850 m. C'est un témoin dont la position septentrionale est comparable à celle des lambeaux de la région d'Apt; il repose sur des couches oligocènes plus anciennes que les calcaires de Reillanne.

Sur le flanc S du synclinal, le Burdigalien est moins épais et plus gréseux. Au SW de Villemus, on recoupe une dizaine de mètres de grès grisâtre ou verdâtre, un peu marneux, se délitant facilement, à rares débris de fossiles.

Dans la région de Lincel et de Saint-Michel-l'Observatoire, où la molasse burdigalienne dépasse 600 m d'altitude, la nature et la répartition des faciès est, en gros, la même. On note une épaisseur de 30 à 60 mètres de grès marneux gris, à passées soit plus marneuses, soit plus dures, que surmonte un gros banc (15-20 m) de molasse dure formant une surface structurale. Vers le S seul le banc molassique vient au contact du substratum aquitanien dont il recoupe lentement les strates. Dans tout ce secteur les fossiles sont rares et très brisés.

Dans le vallon de la Lave, à 1,3 km W de Mane, on observe:

- safre marneux helvétique.
- calcaire gréseux très dur, en gros bancs..... 7 m

- marnes gréseuses
 - marno-calcaire gréseux beige clair, rognonneux
 - molasse gréseuse et marneuse litée
-) { 15-17 m (

La coupe serait la même à 2 km au NW de Mane, dans la tranchée de la route de Mane à Limans et dans celle qui la suit un peu plus au N.

Au pont de Forcalquier, peu de changement: 15 m environ de grès gris marneux supportent 8 m de molasse dure.

Au N de Forcalquier, on relève la coupe suivante dans la tranchée des petites routes à Limans et de Fontienne:

- safres helvétiques.
- molasse dure gris verdâtre en bancs..... 8 m
- marno-calcaires gréseux grisâtres..... 5 m
- marno-calcaires finement gréseux, rognonneux, de teinte blanchâtre..... 20 m
- marnes gréseuses grises à délit..... 20 m
- calcaire aquitanien.

Dans la région de Lurs, le Burdigalien présente les mêmes caractères, il tend toutefois à devenir plus compact. A Ganagobie, il coiffe vers 660 m d'altitude le coteau de calcaires aquitaniens, livrant quelques débris de fossiles dans une molasse gréseuse dure à lits calcaireux.

Paragraphe 2 : L'Helvétien.

=====

La molasse sableuse helvétique forme le centre du bassin synclinal miocène de Reillanne. Mais l'érosion n'en a guère laissé une grande épaisseur, de telle sorte que les couches présentes ne correspondent qu'approximativement à l'Helvétien inférieur.

Ses caractères sont, en gros, les mêmes que dans la région de Mécrobès. La base est représentée par une épaisseur de 15 à 25 m de sables jaunâtres légèrement marneux, avec bancs plus marneux par place, et intercalation de niveaux de grès molassiques. Certains parmi ces derniers convergent vers le type de

grès roux grossier molassique, plus ou moins zoogène. Sur le chemin allant de Céreste à la ferme de la Grande Carline, 400 m après avoir quitté la route, un banc de cette lithologie m'a livré: Cardita aff. michaudi TOURN, Chlamys gentoni FONT., Chl. multistriata POLI, Chl. gr. scabrella LMK., divers moules de lamellibranches, Natica sp., Turritella aff. bicarinata EICHW., quelques autres moules de gastéropodes, Ditrupa sp., bryozoaires, un moule interne de polypier en mauvais état, des dents de poissons. C'est la même faune et le même faciès que le grès du Comtat, de Suze et Grignan, de Lauris, etc... On retrouve un banc analogue sinon identique près de la ferme de la Grande Carline, et rejoignant la route de Forcalquier près de celle de la Petite Carline. Cet ensemble de sables marneux à bancs marneux et molassiques correspond à une partie de l'Helvétien inférieur.

Dans le bassin de Forcalquier, la disposition de l'Helvétien est la même, mais les formations correspondantes ont été plus largement préservées de l'érosion. Dans la partie S et SW on remarque, sans qu'il soit aisé de relever des coupes naturelles suffisantes, une grande épaisseur (dans les 50-70 m) de sables fins gris-bleutés ou jaunâtres, plus ou moins marneux. Des passées gréseuses ou gréso-molassiques s'observent par place dans cet ensemble. Dans la région de Forcalquier et de Pierrerue, au dessus de cette formation, se note une succession de bancs de grès molassiques dont l'entablement constitue des collines de relief bien marqué. L'épaisseur de ces bancs gréso-molassiques varie entre 5 et 20 mètres. Ils semblent se fondre en direction du S dans la partie supérieure des sables marneux. Les bancs à tendance plus organogène livrent des débris de fossiles: Ostrea sp., Ostrea crassissima LMK., Chlamys gentoni FONT., Anomia sp., bryozoaires. Les lithofaciès sont ceux des grès molassiques de Grignan ou de Suze. On est amené à mettre en parallèle l'ensemble de ces sables marneux et de ces bancs gréso-molassiques avec l'Helvétien inférieur.

Au SE de Pierrerue et au hameau du Pigeonnier, le centre du synclinal miocène montre, au dessus des grès molassiques, une certaine épaisseur (20-30 mètres environ) de sables

jaunâtres plus ou moins gréseux, sans bancs gréso-molassiques et à passées marno-sableuses discrètes. C'est ce que l'érosion a laissé subsister des couches de "safres" correspondant à l'Helvétien moyen et supérieur.

5ème CHAPITRE

RESUME SUR LE BASSIN DE DIGNE-VALENSOLE

=====

Dans un vaste territoire situé à l'E de la Durance et au N du bas-Verdon s'étend un ensemble de hautes collines au relief mou, atteignant 1436 m au signal de Vaumuse.

La majeure partie de cette région, plus grande à elle seule que le bassin d'Avignon et de Carpentras, est constituée par des conglomérats. Ceux-ci alternent avec des marnes sableuses blanchâtres ou grisâtres. Les galets, polygéniques mais de prédominance calcaire, sont impressionnés. C'est donc lithologiquement une formation tout à fait comparable aux conglomérats "pontiens" des divers bassins rhodaniens. Mais leur position stratigraphique précise reste à établir. Dans les 2/3 N ils surmontent une série stratigraphique miocène complète dont les auréoles successives se suivent sur le bord W et N du bassin. Quant au rebord E du bassin, il est marqué par le recouvrement tectonique du Lias. Le bord S du bassin, depuis le confluent Verdon-Durance jusqu'à Moustiers-Sainte-Marie, montre par contre le contact direct des conglomérats sur les divers termes de la série jurassique et crétacée nord-provençale.

Il n'est pas dans mon intention de reprendre l'étude stratigraphique de la série miocène de ce bassin, ni d'essayer de résoudre le problème des conglomérats de Valensole. La première question a été étudiée par A.F. de Lapparent (19) qui en a donné une excellente monographie. La seconde a fait l'objet de la part de cet auteur puis de J. Goguel de nombreuses observations et hypothèses. Je me bornerai à en donner un résumé rapide, complété par quelques observations, et replacé dans le cadre stratigraphique du Miocène rhodanien et durancien.

La série miocène repose sur les calcaires, conglomérats, grès et marnes, souvent de couleur rouge, de l'Aquitanién.

Dans la partie W, le Burdigalien est représenté par une molasse gréseuse, quelquefois très dure (Peyruis), plus ou moins calcareuse et zoogène par bancs; il est souvent entrecoupé de marnes grises sablo-gréseuses. Ces dernières sont prépondérantes à Valonne, de teinte brune, devenant grise en affleurement; j'y ai trouvé une faune très riche de Turritelles (T. aff. turris BAST.) et de lamellibranches en moules internes. A.F. de Lapparent (1939) avait cité non loin de là quelques fossiles dont Pecten subbenedictus FONT. et P. josslingi SMITH. Le même auteur cite ailleurs, outre les fossiles précédents: Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. pavonacea FONT., Chl. sub-holgeri FONT., Chl. rotundata LMK. var. dromica FONT., Anomia costata BROCCHI, Pinela condita BRONGN. var. ventricosa GRAT., Ostrea boblayei DESH., O. granensis FONT., Scutella cf. paulensis AGASS.

Dans plusieurs points (Valonne, sondages de Mirabeau, etc ...), la plus grande partie du Burdigalien devient marno-sablo-gréseuse, mimant ainsi, en toute continuité, les faciès vindoboniens qui le surmontent. La limite entre les deux étages est fréquemment arbitraire à fixer, de même que l'épaisseur du Burdigalien.

Le Vindobonien comporte une grande épaisseur de sables marneux et de marnes gréseuses, gris-bleu, quelquefois à tendance schisteuse. A Valonne (voir coupe FIG. 53 et cf. coupe avoisinante dans A.F. de Lapparent 1938, p. 123) s'observent 80 m de sables marneux à délits schisteux, de teinte gris-bleuté ou gris-jaunâtre; ils renferment des bancs gréseux plus durs. Ils sont surmontés par 10 à 15 m de grès dur molassique en gros bancs, dont le faciès et la position stratigraphique rappellent ceux du grès roux molassique du Comtat, d'Oppède et des régions de Reillanne et de Forcalquier. On peut alors avancer que l'ensemble précédent correspondrait à l'Helvétien inférieur. Au dessus règnent, sur une grande épaisseur (300 mètres minimum) des sables gréseux grisâtres de faciès banal ("safres"), représentant le reste de l'Helvétien moyen et supérieur. Cet Helvétien affleure dans l'extrémité N du bassin entre Valonne et Esclangon; dans des anticlinaux locaux (Mirabeau, les Oliviers

E
Ferme du
Champ de la Livre

Ferme des Trois-Bastides

Chemin

petite route



FIG. 53. Coupe du Miocène près de Volonne.

7 conglomérats et marnes sableuses; Tortonien supérieur et "Pontien";
plusieurs centaines de mètres

6 marne sableuse schisteuse gris-bleu à bancs plus durs; Tortonien
inférieur marin; 80 m

5 sables à bancs gréseux; Helvétien moyen et supérieur; 300 m environ

4 grès molassique dur; toit de l'Helvétien inférieur; 10 m

3 sable marneux schisteux à bancs gréseux; Helvétien inférieur; 80 m

2 marnes sableuses fossilifères du Burdigalien; 30 m

au N de Saint-Jarson, Amaudrie au N de Mézel); dans le lambeau en pincé de Majastres; ainsi que sur une faible partie du flanc E du bassin, vers Chateauredon, là où il n'est pas recouvert par le chevauchement du Jurassique. On cite à Chateauredon, à la base de l'Helvétien: Helix sylvana KLEIN et Cyclostoma draparnaudi MATH.; cette association inhabituelle indiquerait un littoral lagunaire dans ce secteur. A Majastres, A.F. de Lapparent signale en effet aussi Cerithium margaritaceum BRONGN., C. pictum BAST., C. tricinatum BROCCCHI, dans le Burdigalien sous-jacent, ce qui témoignerait de conditions de milieu analogues dès cette époque. Il est probable que le littoral franc des mers miocènes devait suivre, en gros, une ligne diagonale Mirabeau-de-Durance - Corbières - Valensole - Moustiers-Sainte-Marie; cette ligne devait correspondre à une zone marginale lagunaire ou fluvio-lacustre. A.F. de Lapparent a pu reconstituer assez finement le tracé d'un golfe, dans le secteur de Majastres, s'ouvrant vers le N. Plus au S ce sont seulement les formations marneuses ou conglomératiques de la fin du Miocène qu'on observe sur le Crétacé ou le Jurassique.

Sur la bordure N, on cite dans cet Helvétien Ostrea crassissima LMK. et Cardita jouanneti BAST.

Le Tortonien qui existe sous un faciès marin compréhensif dans les mêmes domaines, se différencie bien au château de Beaudument près de Volonne et à Tanaron. A Beaudument, A.F. de Lapparent a cité une faune assez riche, avec 11 espèces de pleurotomes, Proto rotifera LMK., Natica leberonensis F. et T., N. hornesi F. et T., Cerithium lignitarum EICHW., C. bidentatum DEFR., Pereiraea gervaisi VEZ., Ancillaria glandiformis LMK., etc....

Le reste de la puissante série tertiaire du bassin de Valensole comporte un ensemble de marnes, sables et surtout de conglomérats pour lequel je crois pouvoir donner, dans le cadre du Néogène rhodanien et compte tenu des travaux des auteurs précités, l'essai de corrélation suivant:

Miocène supérieur fluvio-lacustre. Il surmonte les assises marines vindoboniennes citées précédemment et peut se mettre en parallèle avec notre Tortonien supérieur des secteurs duranciens

et rhodaniens. On y rencontre des marnes lacustres, alternées de bancs calcaires, fossilifères entre Moustiers et Aiguines: Helix christoli MATH., Limnea heriacensis FONT., Planorbis praecorneus F. et T., Pl. matheroni F. et T., Bithinella deyderi DEP. et SAYN, etc... Même chose à Chateaufort et Beynes; dans ce secteur, ainsi qu'à la périphérie de l'anticlinal d'Amaudrie, les marnes sont surmontées par des sables et grès stériles. Au N de la Blèone ce sont des marnes de teinte claire associées à des sables peu gréseux, plus ou moins marneux; ces terrains sont bien développés à la périphérie des anticlinaux des Oliviers et de Mirabeau; ils renferment une faune dulçaquicole également typique du Miocène supérieur fluvio-lacustre. De l'ensemble des gisements de cette formation, A.F. de Lapparent (1938, p. 151) cite 19 espèces, toutes communes également aux stations du Dauphiné, du Comtat ou de la Durance. Dans la partie N du bassin, cette assise semble envahie par des bancs conglomératiques, car, comme à Volonne (FIG. 53), ceux-ci reposent directement sur les marnes sableuses bleutées du sommet du Tortonien marin (1); il en est de même jusqu'à Esclangon; la transition aurait lieu vers Mirabeau et Champtercier où des bancs de conglomérats alternent déjà avec les marnes et sables fluvio-lacustres.

Le reste de la série du bassin de Valensole comprend une énorme épaisseur de conglomérats à galets impressionnés, dont, dans la région au N de la Blèone, on estime la puissance à environ 1300-1400 mètres. Notons toutefois, à la partie inférieure de cette formation, reposant sur les marnes fluvio-lacustres du niveau précédent, une intercalation d'argile marneuse rouge dans la région de Moustiers. Son faciès et sa position stratigraphique évoquent les limons et cailloutis rouges de Buisson et du Mont Luberon. Quant aux conglomérats eux-mêmes, ils s'intercalent de bancs ou de lentilles de marnes plus ou moins sableuses, et sont également plus ou moins rubéfiés par place.

La grande question est celle de l'âge exact de cette si épaisse série des conglomérats de Valensole. La découverte dans

(1) Dans sa coupe de Volonne, A.F. de Lapparent cite, à une bonne hauteur dans la base des conglomérats, des bancs lacustres sans galets, avec lignites et Helix christoli MATH.

les environs de Puimoisson de restes d'Elephas meridionalis, ainsi qu'ailleurs de Mastodon borsoni, incline à penser qu'elle monterait jusqu'au Pliocène. Effectivement, il se développe autour de ce village une différenciation de marnes blanches qui correspond à la partie supérieure des conglomérats; mais une découverte plus précise et bien localisée serait souhaitable. Il est bien certain que la grande épaisseur de ces conglomérats ainsi que certaine possibilité de discordance (s) internes (s) inclinent à attribuer aux conglomérats de Valensole un âge compréhensif "Pontien-Pliocène". N'oublions pas non plus que, dans la moyenne vallée de la Durance, a été reconnue l'existence d'une double nappe fluviatile de conglomérats à galets impressionnés, l'une "pontienne" (conglomérats de Villelaure, voir ante), l'autre pliocène moyen (conglomérats de Puget) (G. Demarcq 1960); il est logique de penser que, dans les domaines situés plus en amont, ces nappes de galets soient plus épaisses et devenues semi-concordantes, concordantes ou même continues.

Quoiqu'il en soit, on doit noter que si, dans les 4/5 N du bassin, la série miocène est complète et marine, elle est réduite aux horizons supérieurs dans sa bordure sud. Là, comme dans le bassin d'Aix, le Tortonien supérieur fluvio-lacustre et surtout le "Pontien" conglomératique viennent recouvrir le substratum. Ce fait est de valeur générale sur tout le rebord N du domaine provençal.

Des coupes données par les divers auteurs, il résulte que l'épaisseur de la série néogène du bassin de Digne-Valensole est très grande. Elle peut atteindre 1.000 mètres seulement pour la série marine. Si l'on y ajoute les 1.400 m attribués selon toute vraisemblance à la série conglomératique "pontien"-pliocène, cela ferait approximativement 2 km 5 pour l'épaisseur totale de la série néogène. Soit environ le triple de ce que l'on connaît dans les domaines rhodaniens habituels.

Une confirmation de l'importance exceptionnelle de cette zone subsidente de piémont est donnée par la coupe des deux sondages réalisés par la C.E.P. à Mirabeau, au N de la Bléone (voir coupes ci-dessous). Le premier a traversé 1.855 m de Miocène, épaisseur sans doute notablement amplifiée par le fait que la

série est affectée d'un fort pendage ou même d'un déversement. Le second l'a traversée sur 1.442 m. Les attributions sont celles données par les stratigraphes pétroliers d'après l'examen de microfaune en cuttings, elles sont approximatives.

Mirabeau 1

195 m	grès molassique et marnes argilo-sableuses, gris ou jaunâtres	)	
		(	
15 m	conglomérat à ciment molassique	)	
		(	
210 m	grès marneux gris molassique, à bancs plus durs et certains lumachelliques	)	Tortonien
		(	800 m
55 m	grès argilo-sableux gris-jaunâtre	)	
		(	
215 m	marnes argilo-sableuses gris-jaunâtres, à bancs calcaires ou gréseux	)	
		(	
110 m	alternance de grès argileux molassique et de marne argilo-sableuse; trace de lignite et débris de coquilles	)	
		(	
105 m	grès gris micacé molassique, tendre	)	
		(	Helvétien
305 m	alternance de marnes sableuses grises, prédominantes dans le 1/3 supérieur, et de grès gris-verdâtre molassique	)	410 m
		(	
170 m	alternance de grès argileux et de marnes sableuses, le tout bariolé, verdâtre ou lie-de-vin, et à niveaux ligniteux	)	
		(	saumâtre
		(	
475 m	alternance de grès marneux molassique gris-verdâtre et de marnes sableuses grises feuilletées, et, à la base, de calcaires gréseux microconglomératiques à bryozoaires	)	
		(	Burdi-
		(	galien
		(	645 m
		(	marin
		(	
		(	
Substr.	calcaires kimméridgiens		

Mirabeau 2

170 m	marne sableuse	)	
		(	
383 m	alternance de marnes sableuses et de sables, avec deux bancs conglomératiques	)	
		(	Vindobonien
		(	1.008 m
269 m	sables marneux alternant avec des marnes	)	
		(	
186 m	marnes sableuses à bancs plus sableux	)	
		(	

248 m	marnes sableuses, plus marneuses à la base	)	
73 m	argile	(	
46 m	sable	)	Burdigalien
		(	424 m
57 m	sable marneux	)	
		(	
Substr.	calcaires kimméridgiens	)	

Au S de Castellanne un petit bassin intra-alpin, celui d'Eoulx; montre un développement de marnes à bancs travertineux, ou ligniteux, ou conglomératiques; la faune est lacustre du Miocène supérieur avec, en plus, des troncs de palmiers au hameau de Rayau.

6ème CHAPITRE

LE PROBLEME PALEO GEOGRAPHIQUE DES MONTS DU VAUCLUSE

=====

La forme allongée vers le N du bassin miocène de Digne-Valensole fait que la vaste région des plateaux crétacés du Vaucluse se trouve entourée de 3 côtés par du Miocène marin suivant une ligne Mollans- Mormoiron- Gordes- Apt- Vachères- Ganagobie- Volonne. Entre le Miocène de Volonne et celui de Mollans la distance se trouve à peine de plus de 60 km. Or, plusieurs lambeaux assez importants s'égrènent tout au long de ces soixante km, achevant de ceinturer ainsi de Miocène la masse des plateaux de Vaucluse.

De part et d'autre de Chateauneuf-Miravail, sur une longueur d'une douzaine de km, s'étend au pied de la Montagne de Lure (1.827 m) un synclinal pincé de molasse miocène. Ce sont des grès plus ou moins marneux, gris ou jaunâtres, correspondant à l'Helvétien; épaisseur une centaine de mètres. Ils surmontent une molasse gréseuse verdâtre analogue à celle de Saint-Remitut, et qui avait livré: Chlamys praescabriuscula FONT., Chl. multistriata POLI, Anomia costata BROCCHI, Scutella paulensis AGASS., Psammechinus, etc... C'est la faune et le faciès classique du Burdigalien. La base de l'étage comporte des sables verdâtres du type Chantemerle, mais plus fins et plus marneux par place.

Plus loin vers l'W, subsiste à Mévouillon un lambeau perché (son sommet est à 1.178 m) de molasse calcaire à lithothamnées et à bryozoaires, reposant avec une nette discordance sur le Crétacé moyen; l'épaisseur de la formation est assez grande (au moins 50 mètres) et contribue à donner à ce site une forme de bastion aux hautes parois ébouleuses.

Aux environs de Montbrun puis à Savoillans, au pied de la crête du Ventoux (1.912 m) un synclinorium allongé de Miocène

montre, bien représentés, les deux étages Burdigalien et Helvétien, dont les assises sont très plissées dans le détail. On peut relever la coupe suivante aux abords NE du village:

- grès marneux, constituant le centre de nombreux petits replis synclinaux; visible sur..... 20 m
- grès à ciment marneux formant habituellement un petit ressaut; épaisseur..... 7 à 11 m
- grès marneux tendre, de teinte grise, brunâtre en profondeur; environ..... 60 m
- molasse calcaireuse dure, en bancs, cristalline par place..... 35 m
représentant le Burdigalien.

Les assises supérieures représentent l'Helvétien sans qu'il soit possible de préciser s'il s'agit seulement d'Helvétien inférieur ou aussi d'une partie de l'Helvétien moyen. La molasse dure burdigalienne est souvent fortement redressée, jusqu'à la verticale et même quelquefois nettement déversée, ou fracturée.

A mi-chemin entre Montbrun et Savoillans, au bord de la route, on observe la coupe suivante:

- molasse grés-marneuse grise délitée; sur..... 6 m
- molasse gréseuse assez dure, subverticale, avec bancs écrasés en son milieu..... 10 m
Base de l'Helvétien.
- banc de molasse calcaire très dure dont la surface est une lumachelle extraordinairement riche en Chlamys praescabriuscula FONT..... 0,50 m
- calcaire molassique cristallin se débitant en gros bancs et formant une barre sub-verticale.

La suite de cette zone synclinale, orientée E-W et disposée au pied de la crête Lure-Ventoux, se terminerait par les affleurements du Miocène de Beaumont et du plateau des Mailles et des Richards entre Beaumont et Mollans. On passe ainsi à l'extrémité périclinale, elle-même accidentée, du bassin de Mollans.

Sur le plateau même de Vaucluse, un des nombreux compartiments effondrés constitués par les grès marno-glaucconieux de l'Albien ou du Cénomanién, renferme deux petits lambeaux de miocène. Ils sont situés au N d'Aurel et sont formés par une

molasse calcaireuse à débris, d'âge burdigalien.

Le problème se pose donc de savoir quelle était la position paléogéographique de ce vaste ensemble des monts de Vaucluse au Miocène. Pour le moins, la mer s'étendait à sa périphérie de manière continue. Mais le centre de ces plateaux était-il émergé ou non ? Il est un fait indéniable que la phase tectonique qui a redressé à si haute altitude les calcaires barrémiens de Lure et du Ventoux est d'âge post-miocène. Les synclinaux molassiques de Chateauneuf-Miravail et de Montbrun en témoignent: ils sont plissotés ou pincés par la poussée venue du S. Au Miocène, toute cette région actuellement rehaussée devait donc être à faible altitude et peut-être même sous les eaux. La présence des lambeaux d'Aurel confirmerait cette façon de voir. De plus, aucune des formations miocènes qui ceinturent les monts de Vaucluse ne montre de développement de faciès littoraux ou lagunaires, ou d'émersion, qui laisserait présager la proximité d'un rivage. Enfin l'érosion a laissé subsister les témoins périphériques du Miocène à des altitudes suffisamment élevées pour que l'on puisse penser que l'absence de celui-ci sur le plateau est due précisément à cette érosion. Ceux d'Aurel sont à environ 700 mètres, celui de Mévouillon à plus de 1.000 m; au S celui de Vachères est à 860 m; au SW l'extrémité des affleurements de Gordes et de Vénasque dépasse 500 m; au SE celui de Ganagobie est à 660 m; la bordure occidentale du bassin de Digne atteint presque 1.000 m.

Il est donc raisonnable de penser que l'ensemble des monts de Vaucluse devait être sous les eaux au Miocène. Cela ne veut pas dire pour autant que ce vaste domaine n'était pas marqué de hauts-fonds ou d'ilôts, étant donné que la période d'érosion anté-miocène a pu avoir loisir de modeler les terrains créta-cés qui la constituent. Il reste à regretter que les modalités conjointes de la tectonique et de l'érosion ont privé le stratigraphe, sur une immense surface, de témoins de formations miocènes dont l'étude aurait complété fort utilement celle des régions avoisinantes.

7 ème P A R T I E

SYNTHESES ET CORRELATIONS

PLAN

1er CHAPITRE	Résultats de portée générale	p.378
2e CHAPITRE	Principaux résultats d'ordre stratigraphique	p.392
3e CHAPITRE	Corrélations avec les diverses séries miocènes du bassin méditerranéen et problèmes de nomen- clature	p.400

1^{er} CHAPITRE

RESULTATS DE PORTEE GENERALE

=====

Paragraphe 1 : Point de départ et méthodes de travail.

=====

Dans ce travail de révision stratigraphique, j'ai dû tout d'abord commencer par compléter les descriptions inachevées des anciens auteurs. Dans bien des cas de nombreuses formations n'avaient pas été reconnues ou citées, d'autres ne l'avaient été qu'accessoirement à propos d'études régionales. Beaucoup avaient en tous cas été mal situées géographiquement ou stratigraphiquement. Une phase initiale de mon travail fut donc la reconnaissance des diverses unités constitutives du Miocène rhodanien.

L'immense surface couverte par le Miocène rhodanien explique le fait que la grande majorité des travaux de mes prédécesseurs était localisée. Fontannes et Depéret furent pratiquement les seuls à commencer une enquête générale à l'échelle de tout le bassin rhodanien.

L'esprit dans lequel ont été menées les recherches de la quasi-totalité des auteurs est celui de la mise au point d'une échelle stratigraphique, la plus fine et la plus générale possible. J'ai déjà souligné dans l'introduction que cette préoccupation était effectivement la première qui soit scientifiquement nécessaire. Les faits que j'ai mis en évidence tendent à prouver qu'il est délicat de considérer comme valable l'échelle stratigraphique admise jusqu'à présent et constituée de niveaux au sens strict de terme. La raison en est double. Sur le plan purement descriptif de la formation lithologique, j'ai rencontré partout des variations de faciès, d'amplitude variable, mais dont certaines sont si marquées et si rapides qu'elles en

sont à première vue déconcertantes. Sur le plan de la paléontologie stratigraphique ensuite, il m'a été donné de constater le peu de valeur de nombre de fossiles réputés caractéristiques (cf M. Gignoux, 1948, p. 605). La plupart des auteurs ont jugé plus simple de convenir a priori de la valeur de ces fossiles pour établir directement un diagnostic stratigraphique. Inversement, je considère l'observation minutieuse et continue des diverses formations, effectuée sur le terrain, comme le document de base de toute étude stratigraphique. On note ainsi, par observation directe et indiscutable, quelles sont les relations latérales et verticales entre les formations; puis on constate comment se répartissent les fossiles. C'est alors seulement que l'on se rend compte de l'utilisation que l'on peut faire de certains de ceux-ci. On peut s'aider des faits d'observation établis par les auteurs, mais non des conventions qu'ils ont établies, sauf dans la mesure où la présente méthode les a vérifiées.

On sait que le meilleur moyen d'obtenir des résultats sérieux est de procéder, en même temps qu'à la mise au point de la série stratigraphique, au relevé cartographique des formations qui la constituent. C'est ce que j'ai fait pour une partie du Miocène rhodanien. J'ai dressé, à la demande de Mr J. Goguel, directeur du Service de la Carte géologique de France, les contours géologiques de certaines feuilles au 50.000 ème: la totalité de la feuille Valréas, la plus grande partie de la feuille Avignon, une grande partie des feuilles Orange et Cavaillon, une petite partie des feuilles Nyons, Vaison-la-Romaine et Chateaurenard, une toute petite partie enfin de la feuille Reillanne. Les levés correspondants ont été effectués sur la carte au 20.000 ème. La plupart de ces feuilles sont en cours d'impression.

Les faits nouveaux qu'apporte cette étude sont essentiellement d'ordre stratigraphique. Mais j'ai cherché à les appuyer sur une argumentation la plus large possible, tenant compte des faits paléontologiques, paléo-biologiques (paléo-écologiques), lithologiques, paléo-structuraux, paléo-océanographiques et tectoniques. Dans certains de ces domaines, j'ai pu mettre en

évidence tel ou tel phénomène d'une portée ou d'un intérêt qui dépasse le cadre du Miocène rhodanien.

Je présenterai donc d'abord un résumé des principaux résultats de portée générale, avant la récapitulation ordonnée des faits stratigraphiques.

Paragraphe 2 : Principaux résultats de portée générale dérivant des
 =====
 observations stratigraphiques.
 =====

1/ Appels de faciès.

J'ai souvent, au cours de ce mémoire, eu l'occasion de remarquer combien pour le Burdigalien, qui inaugure la transgression miocène dans la plus grande partie du domaine rhodanien, importait la nature du substratum. J'insisterai ici sur les relations, manifestes en certains points, qui existent entre les caractères lithologiques du substratum et ceux des formations de base de la série miocène. M. Gignoux (1948, p. 485 et 606) avait déjà souligné que, dans le cas où une région est constituée par un substratum calcaire, "les faciès calcaires s'appelaient", les sédiments nouveaux déposés étant la plupart du temps des calcaires organogènes: "un pays formé uniquement de massifs de calcaires purs (ex: les Pouilles) ne peut pas nourrir de sédimentation détritique sur les plates-formes continentales sous-marines qui le bordent, puisque ses plages et ses fleuves ne charrient ni vases argileuses ni sables; et, en revanche, dans ces eaux pures, les organismes constructeurs trouvent un milieu constamment favorable; ainsi aux calcaires succéderont indéfiniment d'autres calcaires". Sans atteindre la généralité et l'ampleur du phénomène dont parle M. Gignoux, le cas se produit fréquemment dans la partie méridionale du bassin rhodanien. Dans le Tricastin déjà nous avons pu voir les formations burdigaliennes devenir minces, calcaires et zoogènes sur une étendue correspondant aux hauts-fonds de calcaires turo-niens de Chamaret, de Montségur et de La Baume-de-Transit. Dans le bassin du Comtat le phénomène se généralise: la sédimentation de molasse calcaire zoogène au début du Miocène se

localise uniquement sur les paléoreliefs de calcaires compacts du Crétacé inférieur: Védène, massif des Angles, de la Montagne, de Beaucaire; plate-forme des Baux et de Fontvieille dans la partie nord-ouest des Alpilles; plate-forme de Ménerbes et Lacoste sur le rebord nord de la chaîne calcaire de Luberon; plate-forme de Fos; haut-fond d'Albaron en plein milieu de l'aire de sédimentation vaseuse de la Camargue; plate-forme calcaire des vastes plateaux du Gard.

A la vérité, ce phénomène d'appel des faciès calcaires est doublement limité dans cette partie méridionale du Miocène rhodanien. Dans le temps d'abord: après le Burdigalien l'importance des venues détritiques argileuses ou sableuse d'origine alpine a définitivement envasé ou ensablé la région, ne permettant pas au phénomène d'appel des faciès calcaires de se prolonger. Il est aussi limité dans l'espace: les hauts-fonds calcaires sont très morcelés et, au total, n'occupent pas une très grande surface car les bas-fonds intermédiaires ont été, dès le Burdigalien, soumis à une sédimentation détritique argilo-sableuse. Il n'en reste pas moins que la différenciation locale des faciès de molasse calcaire ou de calcaire molassique organogène est très poussée dans les étroits domaines où elle s'est réalisée. A Beaucaire, aux Baux, à Fontvieille, à Ménerbes, à Lacoste, la roche burdigalienne est un calcaire presque pur (moins de 1 % de fraction détritique), très riche en débris d'organismes: algues lithothamniées, bryozoaires, fragments d'échinodermes et de pectinidés.

Mais l'appel des faciès calcaires n'est pas le seul à s'être produit. J'ai fréquemment constaté que les remaniements par les courants des bas-fonds sableux ont acquis localement, au début du Miocène, une grande importance. Ainsi dans le Tricastin j'ai insisté sur la reprise par la transgression miocène des sables éocènes et albiens, notamment dans le secteur de Chantemerle: la sédimentation burdigalienne devient grésosableuse et épaisse (sables gréseux verdâtres de Chantemerle et molasse gréseuse verdâtre de Saint-Restitut). Le même phénomène se retrouve dans la partie orientale du bassin de Crest, dans la région de Bonnieux, dans les petits bassins d'Uzès et

de Sommières, etc... Ces remaniements locaux sont bien distincts des vastes épandages détritiques d'origine lointaine qui seront, à l'Helvétien, la caractéristique majeure de l'ensemble du bassin rhodanien.

A un degré moindre, il faut aussi reconnaître l'influence des basses plates-formes du substratum constituées par des ensembles de marnes et de calcaires: ainsi les aires d'affleurement de l'Oligocène supérieur marno-calcaire. A leur surface se différencient, dans le Tricastin, les marno-calcaires de Salles du Burdigalien, faciès que l'on retrouve dans des circonstances identiques à Vacqueyras, près de Mormoiron, à Mollans et à Beaumont, dans les bassins de Sommières et d'Uzès, dans la partie occidentale du bassin de Crest.

2/ Variations de faciès et passages latéraux.

Indépendamment de l'influence de la nature lithologique du substratum, de nombreux changements de faciès ont été observés, tant au sein du Burdigalien que dans les autres étages miocènes. Ainsi ai-je souvent montré que l'ensemble du Burdigalien pouvait se présenter sous un seul et même faciès de molasse calcaireuse banale: la trilogie classique "molasse calcaire - molasse marneuse - molasse gréseuse" du Tricastin disparaît progressivement mais rapidement, chacun de ses termes tendant latéralement vers un type calcaréo-molassique moyen. Ailleurs on retrouvera ces mêmes faciès dans un ordre tout à fait différent: ainsi à Mollans et à Beaumont, à Malaucène, à Nyons, au sondage de Villedieu, à celui d'Albaron, etc... Ce n'est que localement que les conditions lithologiques et structurales du substratum, jointes à un régime assez calme des courants, se sont trouvés réaliser la superposition classique grès - marnes - calcaires.

Les passages latéraux les plus spectaculaires que j'ai mis en évidence restent ceux, si fréquents dans le bassin de Faucon et celui d'Avignon, entre la molasse calcaire zoogène burdigalienne et les marnes bleues: ces dernières, habituellement d'âge helvétien inférieur, deviennent alors compréhensives et d'âge burdigalien- helvétien inférieur.

D'autres passages latéraux ont été signalés au cours de cette étude. Ils ont une grande importance régionale pour la datation des diverses formations. Je rappellerai ici les principaux. Dans le bassin de Crest les marnes de la Grenette passent latéralement aux sables marneux de Crest, avec intercalations des sables blancs grossiers de Moustier. Sous le Bas-Rhône, les grès calcareux verdâtres de la Costière, d'âge burdigalien, passent vers le SE à des marnes bleues argilo-sableuses d'âge burdigalien-helvétien. Dans le bassin de Valréas et dans celui du Comtat, il y a différenciation latérale, au même niveau, soit du faciès de grès molassique de Suze, soit de celui de Grignan. Dans le Bas-Dauphiné les marnes de Saint-Lattier passent vers le N à des sables grés-marneux de type banal, lesquels à leur tour passent latéralement à la partie inférieure des conglomérats de Voreppe. Dans le bassin de Valréas, les sables marneux de Visan du Tortonien marin passent latéralement aux marnes argileuses bleues de Saint-Pantaléon. Dans le bassin de la Durance enfin, les conglomérats à galets impressionnés "pontiens" de Villelaure sont l'équivalent latéral des limons et cailloutis rouges du Mont Luberon et du bassin d'Aix.

Ces faits sont si nets qu'il est illusoire de vouloir rechercher, pour ces terrains tertiaires aux faciès si changeants, l'individualisation de séries de couches de terrains superposées. Il faut essayer de reconnaître les aires de différenciation de chaque formation, celles-ci passant de l'une à l'autre comme de vastes lentilles intriquées. L'examen de la sédimentation sur nos littoraux actuels est alors d'une aide précieuse, tant pour reconnaître l'importance et la multiplicité de ses variations latérales, que pour tenter de débrouiller le rôle respectif des différents facteurs qui la conditionnent. On peut ainsi se rendre compte de l'influence des données lithologiques et topographiques du fond sous-marin, mais aussi de l'importance des courants. Ces derniers interviennent en effet constamment pour répartir plus ou moins loin et plus ou moins vite les matériaux transportés par la mer, aussi bien ceux arrachés au fond sous-marin lui-même que ceux provenant d'apports terrigènes.

Ainsi ai-je souvent insisté sur le fait que, dans l'Helvétien du Bas-Dauphiné ou du Comtat, on pouvait assister tantôt au dépôt de marnes argileuses, tantôt au dépôt de sables, tous les intermédiaires pouvant se réaliser entre eux.

3/ Variations d'épaisseur d'une formation ou d'un étage.

Un des corrolaires de la multiplicité des passages latéraux de faciès est celui de la variation d'épaisseur d'une formation donnée. A partir du moment où une partie de la formation étudiée change de faciès, l'épaisseur du lithofaciès originel diminue d'autant. Pour une formation dotée d'une individualité aussi marquée que la molasse calcaire burdigalienne, ses variations de faciès, quelquefois radicales, aboutissent à ce que son épaisseur peut passer, d'un point à l'autre du bassin de Valréas par exemple, de 30 à 3 m. La molasse sableuse ou gréseuse verdâtre du même étage varie de 90 à 0 m, ceci en 1 km à peine. L'ensemble de l'étage burdigalien, sans qu'il y ait lacune stratigraphique, passe de 140 m d'épaisseur (ex: Beaumont au S de Mollans) à quelques mètres seulement, la sédimentation ayant été plus rapide en certains points qu'en d'autres.

Mais une autre cause de variation d'épaisseur peut intervenir, qui intéresse alors un plus grand nombre de formations, celle de la subsidence.

4/ Subsidence.

Il est souvent assez difficile d'estimer avec précision l'épaisseur locale de la série miocène, du fait de l'absence fréquente de stratification des formations (Helvétien par exemple) ainsi que de la faible inclinaison qu'ont la plupart du temps les couches miocènes. Néanmoins j'ai pu reconnaître un épaississement assez net de la série sur certaines zones bordières de la partie orientale du bassin rhodanien: secteur NE du Bas-Dauphiné, région de Nyons. On adopte une épaisseur moyenne d'environ 600 m pour l'ensemble du Miocène du bassin de Valréas; or on atteint, dans les coupes de la rivière Sauve au

NW de Nyons et dans le sondage de Villedieu, une épaisseur de 900 m. Même chose à Voreppe. Mais le cas le plus net d'augmentation de l'épaisseur par subsidence est celui du bassin de Digne-Valensole, où pour la seule série non conglomératique on dépasse les 1000 m; on juge de l'importance exceptionnelle du phénomène si l'on y ajoute les 1300 à 1500 m des conglomérats mio-pliocènes de Valensole.

On peut également signaler une forte subsidence pour les couches aquitaniennes, en des secteurs assez localisés, sous la Camargue. À partir d'une épaisseur habituelle d'environ 500 ou 600 m, ces formations atteignent 1640 m au sondage de Caissargues 2 et 1780 m à celui de Costières 1: ce sont de véritables "ombilics" de subsidence.

Il est intéressant de noter que les principales zones de subsidence sont situées le long du domaine sub-alpin: incidence directe d'ordre tectonique de la proximité des Alpes, mais aussi accélération de la sédimentation du fait de l'entassement des matériaux terrigènes d'origine alpine ("bassin de piémont"). Quant à celle de l'Aquitaniens de la Camargue, elle s'explique par la persistance locale de zones d'effondrement, l'ensemble du Bas-Rhône n'étant qu'un gigantesque graben où se sont déjà entassées des épaisseurs considérables d'Oligocène. (1)

5/ Paléostructure et paléohydrographie.

En plusieurs points du bassin rhodanien, mais particulièrement dans les régions de Faucon, de Carpentras, d'Avignon et du Bas-Rhône, j'ai pu montrer que l'hétérogénéité lithologique et structurale du substratum antémiocène, si importante pour la différenciation et la localisation des faciès du Burdigalien et de l'Helvétien, était due à une vieille structure morphologique de toute la région, acquise pendant la période continentale du début du Tertiaire. L'importance de la sédimentation

(1) On retrouve la même ampleur de la subsidence pendant la période Oligocène + Aquitaniens sous le Bas-Dauphiné et sous la Bresse. Ceci contribue à donner à l'axe Saône-Rhône l'aspect d'une succession de bassins d'effondrement séparés par des seuils plus ou moins importants. La sédimentation miocène a marqué la fin de l'enfoncement et du comblement de ces bassins.

oligocène dans certains bassins laisse penser que cette paléo-structure anté-miocène a été acquise progressivement pendant l'Eocène.

Le modelé a pu se poursuivre pendant l'Oligocène et l'Aquitainien dans les secteurs non livrés à la sédimentation, qui, pour cette raison, sont actuellement ceux qui sont dégagés et le mieux étudiables. C'est le cas des îlots crétacés de la plaine du Comtat, à la surface desquels j'ai cité de fréquents placages de brèches antémiocènes. Les brèches les plus spectaculaires sont assurément celles de Saint-Pierre-du-Tertre près d'Aramon. Elles s'associent par place à des marnes rouges et à des calcaires bréchiques à Helix ramondi BRONGN.

A l'opposé, l'acquisition de ce modelé a pu commencer plus tôt dans certains domaines où l'émersion s'était produite il y a plus longtemps encore: par exemple la partie méridionale du Comtat, le Bas-Rhône, une grande partie de la Provence. La grande majorité de cette région est restée exondée depuis l'Aptien: c'est l'ancien "isthme durancien" du Crétacé moyen. De toutes façons, ces secteurs méridionaux du bassin rhodanien n'ont reçu de sédiments, et seulement par place, qu'à l'Oligocène. L'effondrement de cette ancienne terre émergée n'est définitivement réalisé que pour recevoir la transgression miocène.

C'est un jeu complexe d'effondrements régionaux qui a achevé de donner à une partie du bassin rhodanien sa physionomie structurale antémiocène. La plupart des îlots crétacés actuels de la plaine du Comtat sont des compartiments restés, sous forme de horsts, au dessus du niveau du reste du pays qui, lui, s'est effondré. Il est hors de doute que la plupart des grandes failles du Comtat et du Bas-Rhône sont antémiocènes: faille de Nîmes, faille de Pujaut, partie S de la faille de Vaucluse, faille bordière occidentale du Luberon, failles du horst d'Albaron sous le Bas-Rhône, etc... Quant aux autres failles (ex : faille de Mollans, de Beaumont, partie médiane et septentrionale de celle de Vaucluse), il est difficile de dire si elles sont uniquement post-miocènes ou si elles n'ont fait que rejouer à la fin du Miocène.

Quoiqu'il en soit, c'est bien une origine double, partie due à l'érosion continentale antémiocène, partie due à une tectonique cassante antémiocène, qui est à la base de cette vieille structure d'une partie de la vallée du Rhône.

Il est plus difficile de montrer de façon convaincante les traces de l'ancien réseau hydrographique antémiocène. La raison majeure en est, tout simplement, qu'il était installé dans les parties les plus basses, celles actuellement enfouies, pour la même raison, sous les sédiments miocènes. Mais des preuves de son existence sont néanmoins assez sûres: ainsi les rias fossiles de la région de Condillac près de Montélimar; ainsi surtout cette splendide vallée fossile de la Véga mise en évidence près de Vienne par L. David (1959). Il est fort probable qu'un vieux "Rhône" antémiocène existait, généralement un peu plus à l'E que le tracé actuel, tout au long du futur bassin miocène, du moins à certaines périodes et sur certaines portions comprises entre les bassins oligocènes. N'avons-nous pas en tous cas la preuve irréfutable de l'existence des ancêtres miocènes de trois des grands affluents actuels, l'Isère, l'Aygues et la Durance, qui, à des époques différentes et plus ou moins durables, ont déversé dans la mer miocène les produits de l'érosion progressive de la chaîne alpine ? Dans ce même ordre d'idées, C. Cornet (1959) a pu mettre en évidence en Provence d'anciens tracés hydrographiques d'âge miocène moyen, dont la partie avale correspondrait, selon moi, aux intercalations fluvio-lacustres de l'Helvétien de la région de Mirabeau-de-Durance.

6/ Erosion sous-marine.

Les reliefs antémiocènes du bassin rhodanien méridional ont aussi constitué en certains points au fond de la mer du début du Miocène, une morphologie rocheuse très accidentée.

Ces reliefs sous-marins, îlots ou hauts-fonds, écueils ou falaises, ont provoqué une réduction ou une absence locale de la sédimentation. Au mieux, ils ont été le siège d'un dépôt faible et irrégulier de conglomérats mal roulés, verdis de glauconie (Pierrelongue, Bel Air, Vedène, Caumont, etc...), plaqués sur les irrégularités des parois rocheuses. Ailleurs

il s'agit d'un encroûtement brunâtre, typique des hard-grounds (Saint-Hippolyte-le-Graveyron). Mais le plus fréquemment aucune sédimentation ne parvenait à s'opérer sur ces pentes accidentées, qui étaient alors livrées à la seule action de l'érosion sous-marine: surfaces perforées par toutes sortes de lithophages (pholades, annélides, éponges), creusées de niches d'oursins, patinées et modelées par l'action abrasive du milieu marin. La morphologie de ces rochers fossiles est, en général, très spectaculaire et d'une fraîcheur de conservation totale. De part et d'autre de ces zones d'érosion, la sédimentation reprenait: dépôt de calcaire molassique zoogène sur certaines parties des reliefs sous-marins, dépôt de vases ou de sables en contre-bas.

Ainsi, au début du Miocène, une plus ou moins grande durée de temps n'a été matérialisée dans la partie méridionale du bassin rhodanien par aucun dépôt, et se traduit par une lacune de sédimentation: elle a duré pendant une partie ou la totalité de la période burdigalienne.

7/ Importance des seuils pour la différenciation des provinces paléogéographiques.

Cet "archipel sous-marin" qui s'étend sur la quasi totalité du Comtat et du Bas-Rhône empêchait que ne se réalisent de larges communications entre la Mésogée et le reste du couloir rhodanien miocène. Il jouait le rôle d'une barrière sélective qui conditionnait ou limitait la migration des espèces à partir du réservoir faunique méditerranéen. Aussi, dans son ensemble, la faune du Miocène rhodanien possède-t-elle certains caractères qui lui sont propres et lui confèrent une nette originalité. J'ai déjà souligné l'extrême pauvreté des Polypiers (5 ou 6 espèces) presque toujours rarissimes et très localisés. Elle est compensée par l'exubérance des bryozoaires. Sans doute est-ce une question de plus grande tolérance qu'avaient les larves de ces derniers envers les milieux envasés des chenaux du Bas-Rhône, zone qu'il leur fallait traverser pour gagner les domaines plus septentrionaux. La fréquence des bryozoaires, tant au point de vue du nombre des espèces qu'au point de vue de la

masse de calcaire fixée par leurs colonies, est un des caractères les plus frappants des formations burdigaliennes et helvétiennes de la vallée du Rhône. Il faut y ajouter aussi la fréquence des Algues calcaires, en particulier des Lithothamniées et des Nullipores, ainsi que des balanes. souvent surabondantes dans certains faciès de sables grossiers (ex : le Moulin à Vent de Visan). A côté de ces formes coloniales, abondent aussi les Pectinidés et les Ostréidés.

Si ce seuil provençal complexe semble conditionner les caractères d'ensemble de la faune du Miocène rhodanien, d'autres seuils d'importance locale individualisent au milieu de son propre territoire de petites provinces secondaires, dont l'unité est à la fois paléogéographique et faunique. J'ai distingué ainsi: la province bordière du littoral de la Nerthe, à faune encore mésogéenne et cosmopolite; la province du Bas-Rhône oriental et du secteur d'Istres; celle du Bas-Rhône occidental et du bassin de Sommières, qui forme transition avec le domaine languedocien. Ces petites provinces sont limitées par de hautes plates-formes ou des hauts-fonds sous-marins: ainsi la plate-forme prolongeant vers l'W les chaînes provençales de la Nerthe, et celle prolongeant les collines de La Fare, relayée par les Alpilles; ainsi l'important haut-fond d'Arles et surtout celui d'Albaron.

Les domaines situés plus au N sont plus homogènes, du moins au point de vue de la faune: bassin du Comtat et de Valréas, bassins duranciens, bassin dauphinois.

L'individualité faunique de ces provinces successives est réalisée par un certain endémisme des espèces, mais aussi par un net phénomène de migration du S vers le N. Ce dernier perturbe beaucoup la valeur stratigraphique que l'on peut accorder à certaines espèces.

8/ Faunes et faciès.

Je donnerai plus loin un tableau des espèces de Pectinidés que l'on peut retenir comme constantes pour chacun des étages du Miocène rhodanien; elles sont peu nombreuses. A cette répartition

dans le temps se superpose une répartition suivant les milieux qui intéresse d'ailleurs d'autres groupes de fossiles que les Pectinidés.

Je rappellerai rapidement les principaux caractères des associations fauniques rencontrées au cours de cette étude.

a) faciès détritique de remaniement: il se présente seulement au Burdigalien dans certaines aires de remaniement de bas-fonds sableux, donc dans des secteurs très localisés. La faune comprend Chlamys davidi FONT., Chl. justiana FONT. et Chl. pavonacea FONT. Ces deux dernières espèces sont exclusivement liées à cet habitat, la première un peu moins peut-être. Il faut y ajouter de manière assez constante Scutella paulensis AG. et Psammechinus. On rencontre cette association dans le bassin de Valréas (molasse gréseuse verdâtre de Saint-Restitut), dans le bassin d'Uzès (Saint-Quentin-la-Poterie), dans le bassin de Sommières (Boisseron).

b) faciès de calcaire zoogène plus ou moins molassique: il existe au Burdigalien, avec l'association Lithothamniées - grands Pectinidés - Clypeaster (Saint-Paul-Trois-Châteaux, Lacoste, Fontvieille). Il est à noter que dans les cas où se réalise une lithologie de calcaire zoogène presque pur, la faune bien conservée devient rarissime, alors que la roche contient une prodigieuse quantité de débris de Mollusques, d'Echinodermes et de Bryozoaires mêlés aux Algues roulées (Les Baux, Ménerbes, Beaucaire).

c) faciès rocheux: il n'est que très localisé sous forme de conglomérat de falaise et renferme une faune telle celle de Bel-Air ou de Pierrelongue, avec Cypraea, Trivia, Conus, Triton, Turbinolia, etc....

d) faciès d'ensablement: il s'agit des grès marneux gris du Burdigalien, et surtout des sables et grès jaunâtres de l'Helvétien, où la faune est extrêmement rare. Le faciès n'est fossilifère que lorsqu'il est plus grossier (ex : molasse grossière vacuolaire du Burdigalien; sables du Moulin à Vent ou de Montchenu de l'Helvétien). L'association comporte au Moulin à

Vent: valves de balanes, Patella, brachiopodes thécididés (Lacazella), Terebratulina calathiscus FISCH. Il est probable qu'il s'agit d'une fausse association, c'est-à-dire ne résultant pas d'un groupement d'espèces ayant vécu sur place mais dont les coquilles ont été rassemblées par les courants. C'est ce que confirme la présence des Patelles, normalement saxicoles, et l'état roulé des fossiles.

e) faciès d'envasement: il faut en distinguer deux catégories:

1) envasement généralisé, toujours plus ou moins accompagné de puissantes venues sableuses: c'est le cas pendant presque tout l'Helvétien (ex : marnes de Saint-Lattier, envahissements marneux dans l'Helvétien du bassin de Valréas, du Comtat, du Bas-Rhône, etc...), ainsi qu'à l'Helvétien inférieur - Burdigalien (marnes de Faucon, de Caumont). La faune est plus pauvre encore que dans les faciès d'ensablement. Ces puissantes invasions détritiques d'origine terrigène réalisent assurément des conditions biologiques très défavorables. Exceptionnellement, comme à Caumont, la bordure de ces envasements, au pied des paléoreliefs de calcaires crétacés, renferme quelques fossiles: petits brachiopodes, encrines, Scalaria, Teredo, Cyathoceras. C'est une faune d'envasement de côte rocheuse, la proximité des rochers étant soulignée par la présence de quelques moules internes de Gastéropodes saxicoles.

2) vasières à herbiers, indépendantes des masses d'ensablement ou d'envasement d'origine terrigène et postérieures à elles. Elles sont localisées en des secteurs bien délimités. Ce sont les marnes bleues, très fossilifères, de Saint-Pantaléon, de Cabrières-d'Aigues, de Beaudument. La faune est surtout riche en Gastéropodes fouisseurs et brouteurs. Citons en particulier: Murex, Nassa, Ancillaria, Cerithium, Trochus, Natica, Turritella, Pleurotoma, ainsi que petites Corbula, Arca, Cardita.

2e CHAPITRE

PRINCIPAUX RESULTATS D'ORDRE STRATIGRAPHIQUE

Il ne saurait être question de présenter dans ces lignes une récapitulation complète des faits stratigraphiques établis au cours de mon étude : ils sont contenus dans les monographies régionales successives correspondant à chaque partie du mémoire. Je donnerai simplement une synthèse des principaux résultats présentée sur un plan exhaustif. Elle sera complétée par une série de tableaux-diagrammes à double entrée donnant la répartition régionale et verticale de la plupart des formations du Miocène rhodanien. Dans le chapitre suivant, l'étude des corrélations avec les diverses séries miocènes du bassin méditerranéen, notamment avec les formations stratotypiques, me conduira à adopter une classification générale des étages et des sous-étages du Miocène rhodanien. Pour l'instant je continue à employer les termes classiques.

L'Aquitanien marin n'était connu que sur la côte de la Nerthe et près de Montpellier. Il est également présent, avec des faciès moins néritiques, sous le Bas-Rhône oriental où il est concordant et apparemment continu avec le reste du Miocène. Sous le Bas-Rhône occidental, il est saumâtre, avec simplement quelques influences marines qui ne remontent pas au-delà de la latitude d'Arles. Je ne l'ai pas étudié dans le reste de la vallée du Rhône où il existe dans certains bassins isolés sous un faciès lagunaire ou fluvio-lacustre. Sitôt qu'il n'est plus marin, l'Aquitanien ressemble à l'Oligocène sous-jacent et la transgression burdigalienne est plus facilement décelable. On peut se demander si la molasse de Sausset, étant données les affinités de sa faune, son caractère régressif et sa localisation paléogéographique, n'achève pas le cycle aquitanien, au lieu de constituer le Burdigalien I des auteurs.

Le Burdigalien (Burdigalien II et III des auteurs) inaugure la conquête par la mer d'une région à la fois vaste et hétérogène. La période continentale antérieure, plus ou moins longue suivant les régions, a en effet modelé une grande partie du bassin rhodanien, notamment dans le S. La tectonique cassante oligocène en a encore compliqué la structure. Les faciès du Burdigalien se trouvent alors répartis, non point d'une manière régulière dans le temps, mais suivant un déterminisme sédimentologique simplement lié aux conditions paléo-structurales locales. Ainsi, même dans le bassin néritique de Valréas, les trois faciès classiques de l'étage, ainsi que les faunes qu'ils renferment, ne sont pas simplement superposés, mais se remplacent aussi latéralement. On note la prédominance des sables gréseux de Chantemerle et de la molasse verdâtre de Saint-Resitut principalement dans les domaines où le substratum est lui-même détritique ; à côté d'un petit nombre de fossiles liés au faciès, la seconde formation renferme, dès la base de l'étage, le Chlamys praescabriuscula FONT. Le faciès marno-calcaire de Salles est localisé sur de basses plates-formes locales. Celui de calcaire molassique organogène sur des littoraux, des hauts-fonds ou de hauts plates-formes locales. Mais le faciès le plus répandu est celui d'une molasse de type banal, tantôt plus calcareuse, tantôt plus gréseuse, tantôt plus marno-gréseuse. Dans les bassins de Faucon, de Carpentras, d'Avignon et du Bas-Rhône un faciès vaseux argilo-sableux, qui se généralisera à l'Helvétien, envahit l'étage dans toutes les parties basses du bassin.

A cette unité dans la répartition des formations se superpose une unité paléontologique. Il n'y a pas de "sous-étage Burdigalien supérieur calcaire à Chlamys praescabriuscula FONT.". Paléogéographiquement, il n'y a pas non plus de "seconde étape de la transgression burdigalienne", la localisation du faciès calcaire zoogène étant expliquée comme dit plus haut. La faune caractéristique de l'étage est donnée dans le tableau ci-joint ; seuls les Pectinidés, conservés avec leur test, permettent des corrélations valables entre les diverses régions. Seules ont été retenues les espèces largement réparties et exclusives de l'étage.

Tortonien	: Flabellipecten planosulcatus MATH. : Chlamys multistriata POLI. var. nimia FONT.
Vindobonien	: Pecten fuchsi FONT. : Chlamys scabriuscula MATH. (sauf probable- : ment la var. improvi- : sa F. et T.)
Helvétien	: aucun en propre
Helvétien + Burdigalien	: Chlamys camaretensis FONT. : Chlamys gentoni FONT. : Flabellipecten galloprovincialis MATH.
Burdigalien	: Chlamys praescabriuscula FONT. : Chlamys tournali DE S. : Chlamys davidi FONT. : Pecten subbenedictus FONT. : Pecten paulensis FONT. : Pecten josslingi SMITH. : Pecten ziziniæ BLANCK.
Aquitaniien	: Flabellipecten carryensis GOURRET

Tableau 1 - Répartition de quelques Pectinidés que
l'on peut retenir comme caractéristiques
dans le Miocène rhodanien.

Dans la moitié S de la vallée du Rhône, l'Helvétien est transgressif par rapport au Burdigalien en des portions locales mais nombreuses de leurs rivages. Il est plus largement transgressif, à partir de la latitude de Montélimar, en direction du NW vers le Lyonnais et la Bresse, ce qui confirme les opinions des auteurs. On ne peut retenir comme ayant une valeur stratigraphique, même régionale, les successions de couches établies par Fontannes pour l'Helvétien du bassin de Valréas. On ne peut distinguer, et pas toujours avec une grande netteté, que deux ensembles :

L'Helvétien inférieur montre une intrication de sables, de marnes, mais aussi de molasses assez organogènes ; il devient argilo-marno-sableux ("faciès schlier") dans le S du Bas-Dauphiné et dans les bassins méridionaux. Dans ces secteurs une plus ou moins grande partie du reste de l'étage peut en faire autant. Habituellement l'Helvétien moyen et supérieur est représenté par des sables gréseux jaunâtres monotones et peu fossilifères.

Sur le bord oriental de la vallée deux puissants attérissages conglomératiques (Voreppe, Nyons) s'intercalent dans la partie supérieure de l'étage confirmant l'origine alpine de la majorité des sédiments détritiques du Miocène rhodanien. Sur le rebord occidental l'Helvétien vient ensabler un vieux modelé hydrographique (Condillac, La Véga, Lyon) ; aux sables alpins se mêlent quelques graviers cristallins provenant du massif central (1).

Le Tortonien se distingue en général par la cessation des venues détritiques massives. Il se réalise alors des dépôts fossilifères sableux (Visan, Tersanne, Chimilin), molassiques (Cucuron, Cadenet-les-Gardis, Aires de Rognes), ou marneux. J'ai individualisé ainsi dans le bassin de Valréas les marnes de Saint-Pantaléon, analogues mais plus anciennes que les marnes de Cabrières d'Aigues (2).

(1) - Leur seule allure non marine les faisait considérer par les anciens auteurs comme "pontiens".

(2) - Ces marnes de Saint-Pantaléon viennent encore de me livrer tout récemment, dans un nouveau gisement de faune plus variée situé près de la petite route des Etangs de Venterol : Ancillaria glandiformis LMK, Turritella bicarinata EICHW., Nassa aff. ayguesii FONT.

Paléontologiquement l'étage se distingue alors assez nettement de l'Helvétien, sauf quand l'ensemble reste, comme dans le Bas-Dauphiné, sous un faciès sableux banal et pratiquement azoïque. On emploie alors le terme commode de Vindobonien.

Les sables à Nassa michaudi THIEL. du Bas-Dauphiné et ceux d'Heyrieux dans le Lyonnais ne sont qu'un faciès latéral ou terminal de dessalure du Tortonien.

Je considère comme faisant encore partie du Tortonien les sables, marnes ou calcaires lacustres ou fluvio-lacustres à Helix delphinensis FONT. ou H. christoli MATH., car ils sont déjà annoncés par un mélange de faune dans les assises marines précédentes (Visan, Tersanne).

On attribuait au "Pontien", outre l'assise fluvio-lacustre précédente, les couches terminales du Miocène rhodanien. Ce sont les limons et cailloutis rouges du Mont Luberon, dont j'ai retrouvé l'homologue dans le bassin de Valréas (Buisson). Ce sont aussi et surtout des conglomérats à galets impressionnés que j'ai pu individualiser dans la majorité des bassins régionaux. Cet ensemble présente une certaine autonomie par rapport au reste du Miocène. La recherche des corrélations montrera plus loin ce qu'il faut en penser. La présence d'Hipparion n'est en tous cas pas caractéristique de cet "étage" du Miocène terminal, car on le trouve dès le Tortonien marin (Tersanne) et même l'Helvétien supérieur (Saint-Fons), ainsi d'ailleurs que d'autres espèces associées. J'en profite pour donner dans le tableau 2 une mise au point de la répartition des faunes de Vertébrés en rapport avec la présente révision stratigraphique du Miocène rhodanien (1)

(1) - Je remercie vivement M. le Professeur J. Viret et M. P. Mein, de Lyon pour les précieux renseignements qu'ils ont bien voulu me donner pour m'aider à constituer ce tableau

A - Faune des limons et cailloutis rouges du Mont Luberon
 âge Tortonien s.l. super = ex-Pontien
 homologue de la faune de Pikermi

Machairodus cultridens KAUP., Hyaenia eximia ROTH. et WAG.,
Ictitherium hipparionum GERV., Ict. orbignyi GAUD., Dinothe-
rium giganteum KAUP., Rhinoceros schleiermacheri + KAUP.,
Acerotherium incisivum KAUP., Hipparion gracile + KAUP., Sus
major GERVAIS., Helladotherium duvernoyi GAUD., Tragocerus
amaltheus + ROTH. et WAG., Gazella deperdita + GERV., Cervus
matheroni GERV.

Il faut y ajouter la faune des marnes de la Croix-Rousse
 de Lyon, marquées d'un + dans la liste précédente, plus Masto-
don longirostris KAUP.

B - Faune des marnes et sables fluviolacustres à Helix del-
phinensis de Saint-Jean-de-Bournay
 âge Tortonien s.l. moyen
 à peu près équivalente de la faune d'Eppelsheim, un peu
 plus récente que la faune d'Oeningen

Hipparion gracile + KAUP., Mastodon longirostris KAUP.,
Dinotherium giganteum + KAUP., Rhinoceros schleiermacheri + KAUP.,
Sus major + GERVAIS., Tragocerus amaltheus ROTH. et WAG.,
Protragocerus chantrei + DEP., Dicrocerus elegans LARTET.,
Gazella deperdita GERVAIS., Hyaemoschus jourdani DEP., Castor
jaegeri KAUP.

Il faut y ajouter la faune des marnes à lignite de Soblay,
 marquées d'un + dans la liste précédente, plus Mastodon turi-
censis SCHINZ, Pliohyrax rossignoli VIRET et MAZENOT et Ursa-
vus depereti SCHLOSS.

C - Faune sidérolithique de La Grive Saint-Alban
 âge déduit Tortonien s.l. inférieur (= Tortonien marin
 de la vallée du Rhône), légèrement plus ancienne que la
 faune d'Oeningen, légèrement plus récent que la faune de
 Simorre, et un peu plus encore que la faune de Sansan

Dinocyon thenardi JOURDAN., Amphicyon major BLAINVILLE,
Ursavus primaevus GAILLARD, Ischyriactis zibethoïdes BLAINV.,
Machairodus jourdani FILHOL., Mastodon angustidens CUVIER,
Dinotherium laevius DEPERET, Anchiterium aurelianense CUVIER
Rhinoceros sansaniensis LARTET., Rhin. brachypus LARTET,
Rhin. steinheimensis JAEGER, Rhin. simorreensis LARTET,
Macrotherium grande LARTET, Listriodon splendens MEYER,
Protragocerus chantrei DEPERET, Palaeomeryx magnus LARTET,
Micromeryx flourensianus LARTET, Dicrocerus elegans LARTET
Pliopithecus antiquus LARTET, Dryopithecus fontani LARTET,

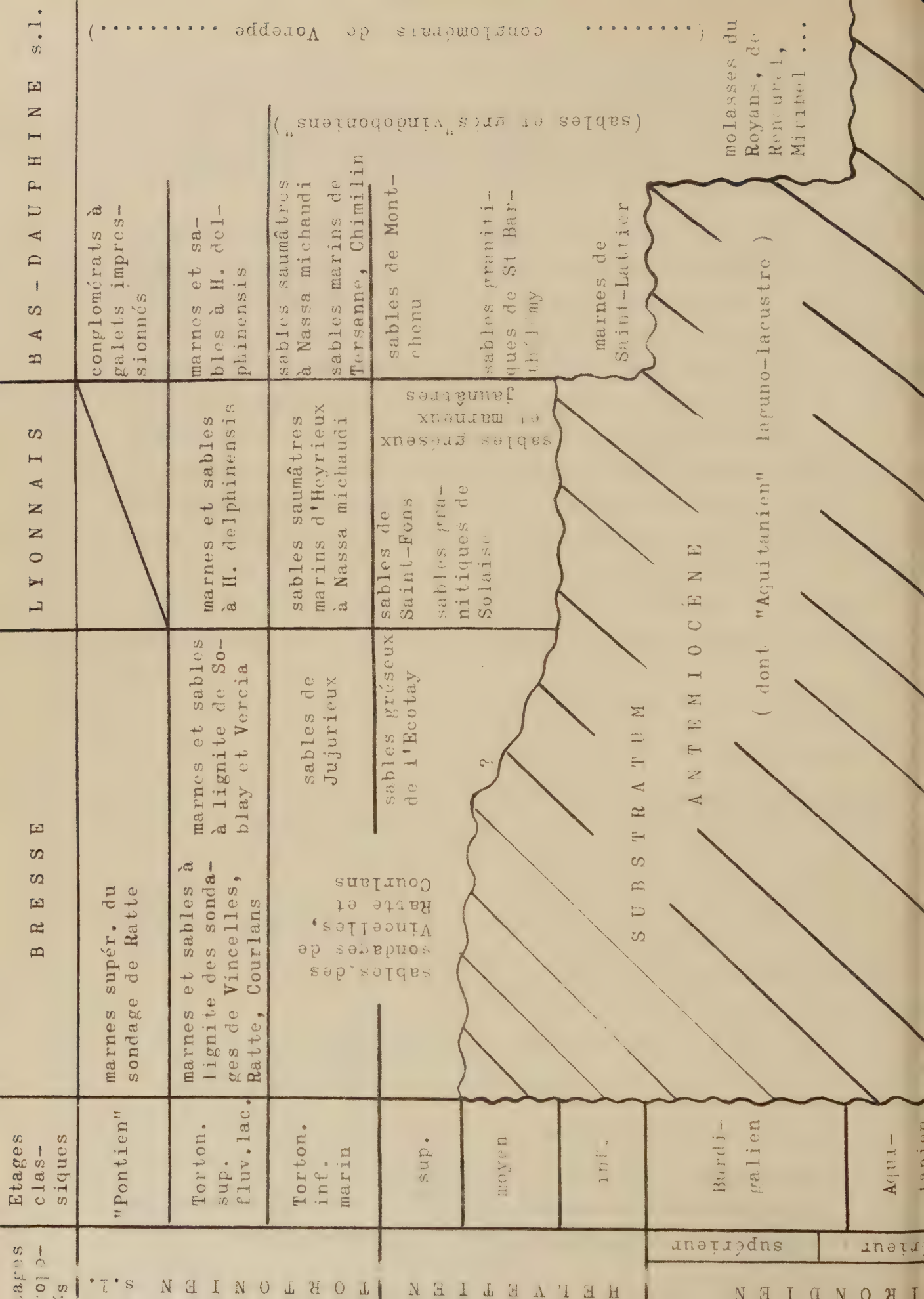
Il faudrait y ajouter : Mastodon angustidens CUV., au
 toit du Tortonien marin à Mirabeau (Basses-Alpes) et Hippa-
rion gracile KAUP., dans les sables à Nassa michaudi de Ter-
 sanne.

D - Faune éparse dans les sables helvétiques du Bas-Dauphiné

Dans les sables marins de Saint-Fons : Hipparion gracile
 KAUP., et Tragocerus amaltheus ROTH. et WAG. ; dans les sa-
 bles marins de niveau équivalent à la Croix-Rousse de Lyon :
Sus major GERVAIS. Dans les sables marins près de Romans :
Dinotherium giganteum KAUP., Listriodon splendens MEYER, et
 près de Saint-Donat-sur -Herbasse : Dicrocerus elegans LARTET

E - Faune sidérolithique du Vieux-Collonges au N de Lyon,
 dite aussi du Mont-Ceindre
 âge : limite Helvétien-Burdigalien

La faune ne renferme guère de gros Mammifères. Citons
 simplement : Micromerys flourensianus LARTET, Caenotherium
miocaenicum CRUSAF. et VIALTA., Chaerotherium sansaniense
 LARTET, Chaer. pygmaeum DEPERET, Ischyriactis zibethoïdes
 BLAIN.



CREST - VALENCE	MONTÉLIMAR	V A L H E A S	F A U C O N
conglomérats à galets impressionnés du Mont Miéry		conglomérats à galets impres. de Vin-sobreslim. et caill. rouges de Buisson	
sables à Unios de Montvendre	marnes du Mont Lagat	sables et marnes à H. delphinensis	marnes et sables à Helix delphinensis
sables et grès stériles de Chabrillan		marnes sableuses de Visan et Cayenne	marnes sableuses des Essarettes
	sables	sables du Moulin-à-Vent	sables et grès jaunes
grès de Giron	Cognelle, La Chapelle	grès roux de Suze	grès roux molassique
marnes et grès argileux à Ostroie crasseuse		molasse calcaireuse	molasse calcaire
molasse calcaireuse ou véritable	lambeaux de la plaine de Cléon d'Andran	molasse calcaireuse de St-Paul-3-Châteaux	molasse calcaire de Beaumont
Mouchamp		molasse calcaireuse de Saint-Restitut	molasse calcaire de Beaumont
marnes de la Grenette		molasse calcaireuse de Saint-Restitut	molasse calcaire de Beaumont
molasse de Fontaine-Couq.			

AVIGNON - CARPENTRAS	UZES - REMOULINS	SOMMIÈRES	BAS-RHONE
?			
sables et grès stériles de Carpentras			marnes et sables marneux
grès roux du Comtat	molasse rousse de Castillon-du-Gard		
de	marnes sableuses	marnes bleues	marnes sableuses
maumont	- molasse calc. du Pont des Carettes - marno-calcaire - molasse verdâtre de Saint-Quentin-la-P.	-molasse calc. de Villevieille et Junas ? -marno-calcaire de Mestre ? -molasse marno-calc.d'Aujargues -molasse verdâtre de Boisseron	molasse calcaire du sondage d'Albaron 6
de pierre Longue	marnes à Hinnites des Angles		grès molasique verdâtre de la Costière
de Sernhac			
E : "Aquitanien"			W : "Aquitanien"
marin concordant			saumâtre

D U R A N C E - A I X	B E R R E - N E R T H E	A P T - R E I L L A N N E - F O R C A L Q U I E R	D I G N E - V A L E N S O L E
conglomérats à galets pressionnés de lelaure du Mont Luberon	/	/	conglomérats de Valensole (pars)
marnes et calcaires à Helix christoli	/	/	couches rouges de Moutiers sables et grès de Cha- teaudon
marnes à Melanopsis marzolina	/	/	marnes, sa- bles et cal- caires à H. christoli
marnes de Gabrières d'A.	molasse à Chl. scabrinus.	/	marnes sablon- gréseuses
molasse de Cucuron	sables marnaux et marnes bleues sableuses	/	marnes et grès marnaux
sables gréseux	/	sables et grès grès roux molasses	couches lagunaires du soulage de Mirabeau
classe de Lauris	/	sables marnaux et marnes sableuses	couches à céri- thes de Chatea
et marnes	molasse de la Couronne	calcaire de Monier- bes et Lacoste	marnes gréseuses et molasses de Beynes, Sourribre ...
asse calcaire Défends, de ermarin, umont, naosque ...	molasse et sables marn de Lavauduc grès molas. à Flab. gallopr. argile à tuile sup. marin mov. saum.	molasse calcaireuse ou grésomarneuse de Buoux, Viens, Reillanne, Ganagobie	

F - Faune éparse dans la molasse burdigalienne

Acerotherium platyodon MERMIER au Pont-de-Manne (Royans),
Mastodon angustidens CUVIER dans la molasse calcaire des An-
gles, Squalodon barriense JOURDAN dans celle de Saint-Paul-
Trois-Châteaux

G - Faune éparse dans les formations aquitaniennes

Anthracotherium magnum CUVIER et Anthr. hippoideum RUT.
à Volx (Basses-Alpes), dans les lignites du Bois-d'Asson.

Tableau 2 - Répartition des principales faunes de
Mammifères du Miocène rhodanien

Il est bien entendu que ce tableau est une simple étape dans la connaissance des différentes faunes de Mammifères du Miocène rhodanien et que bien des révisions de déterminations et bien des découvertes futures auront à l'aménager.

Tableau 3 -

Tableaux des relations latérales et verticales des diverses formations du Miocène rhodanien.

voir pages suivantes

3^e CHAPITRE

CORRELATIONS AVEC LES DIVERSES SERIES MIOCENES

DU BASSIN MEDITERRANEEN ET

PROBLEMES DE NOMENCLATURE

Aquitanien et Burdigalien.

L'étage Aquitanien a été défini en 1857 par Ch. Mayer pour les couches de la Brède, de Mérignac et de Lariey dans le Bordelais.

Le Burdigalien a été défini par Ch. Depèret en 1892 pour les faluns de Léognan et de Lacassagne près de Saucats, ainsi que pour les faluns de Pont-Pourquey.

Au terme du Colloque sur le Néogène méditerranéen de Vienne (Autriche) de juillet 1959, on a convenu de prendre comme localités-types

pour l'Aquitanien : entre la Brède (Moulin de Bernachon)
et Saucats (Moulin de l'Eglise)

pour le Burdigalien : Saucats (le Coquillat).

Les travaux de M. Vigneaux et de ses collaborateurs, entrepris ces dernières années, exposés en particulier au Colloque du Néogène méditerranéen de Sabadell-Madrid (Espagne) de septembre 1961, ont établi des faits précis mettant en cause la distinction relative de ces deux étages. D'après ces auteurs et si l'on tient compte des nombreuses coupes échantillonnées des sondages, les formations correspondant à ces deux prétendus étages ne représentent que "des faciès, qu'il est impossible de corrélér d'une manière chronologiquement valable". En particulier un faciès mixte aquitanien-burdigalien peut se situer stratigraphiquement sur l'Aquitanien conventionnel, ou le remplacer partiellement à la base du Miocène inférieur, ou le remplacer totalement pour constituer à lui seul tout le Miocène inférieur.

D'où la proposition d'un nouveau terme, celui de Girondien, qui, groupant l'ensemble des couches précédentes sous leurs divers faciès, représenterait la seule unité chronostratigraphique valable.

Que résulte-t-il de ces faits nouveaux pour le Miocène inférieur de la vallée du Rhône ? Il serait vide de signification de continuer à désigner les formations précédemment étudiées du Miocène rhodanien sous le nom d'Aquitaniens d'une part et de Burdigaliens d'autre part. Il paraît pourtant aisé, dans le domaine rhodanien, de maintenir une subdivision au sein du Miocène inférieur. D'après les critères stratigraphiques, paléontologiques et paléogéographiques on peut en effet avancer la classification suivante :

Girondien supérieur (non Burdigalien) = sables molassiques à Flab. galloprovincialis et molasse de la Couronne ; molasses gréseuses, marneuses ou calcaires de la vallée du Rhône à Chlamys praescabriuscula FONT.

Girondien inférieur (non Aquitaniens) = molasse de Sausset et couches de Carry ; couches du Bas-Rhône ; couches de Fontcaude.

La molasse de Sausset est évidemment une formation de passage entre les deux sous-étages ainsi distingués. D. Mongin (1956) avait montré que, contrairement à l'opinion de Depéret, elle est antérieure aux sables de Lavalduc, eux-mêmes équivalents des assises, transgressives dans la vallée du Rhône, du "Burdigalien" des auteurs. Comme il n'y a plus de référence valable avec les localités types de l'Aquitaine, je crois que l'on peut aller plus loin et, en tenant compte de l'ensemble des faits régionaux, procéder au regroupement des diverses formations tel qu'il est proposé ci-dessus.

Quoiqu'il en soit la limite inférieure du Miocène ne pose guère de problème dans la vallée du Rhône. Elle est située à la base du Girondien inférieur ainsi défini. Néanmoins une révision des formations lagunaires, lacustres, fluviatiles ou continentales, actuellement dénommées "Aquitaniens" ou "Chattien-Aquitaniens"

ou "Chattien" entre la Suisse et la Bas-Rhône, doit être entreprise. Il convient en effet de savoir pour quelle part elles sont l'équivalent non marin de la base du Miocène inférieur ou seulement encore d'un Oligocène supérieur. Je n'ai pas à soulever ici le problème du Chattien, qui est défini dans les domaines nordiques et n'a pas d'équivalent actuellement reconnu dans ceux de la Mésogée.

"Burdigalien" et Helvétien

L'Helvétien avait été défini par Ch. Mayer pour les formations de la molasse marine de Berne et de Saint-Gall en Suisse. Dernièrement, dans les résolutions du Colloque sur le Néogène méditerranéen de Vienne (Autriche) de juillet 1959, la localité-type de l'Helvétien a été choisie avec plus de précision à Imihubel, au S de Berne.

La distinction entre le Miocène inférieur ci-dessus étudié et l'Helvétien ne souffre actuellement d'aucune confusion et il ne semble pas qu'il doive effectivement y en avoir. En somme on resté sur la proposition primitive de Suess, avec son premier et son deuxième étage méditerranéen. Tout simplement le premier étage méditerranéen de Suess serait devenu le "Girondien". La limite entre le Miocène inférieur (ex-Burdigalien) et l'Helvétien ainsi défini, est bien nette dans la vallée du Rhône. Les faunes sont bien différentes, chacune d'elles ayant par ailleurs d'intimes affinités avec les formations correspondantes du Bordelais ou de la Suisse. Cette limite est confirmée par les faits d'ordre stratigraphique et paléogéographique.

J'ai déjà indiqué par ailleurs que, dans la moitié S du bassin rhodanien, le fréquent passage du calcaire molassique organogène à Chlamys praescabriuscula FONT. aux faciès vaseux "de type helvétien" n'est pas une raison pour méconnaître la distinction chronostratigraphique entre le "Girondien supérieur" et l'Helvétien. Le même phénomène d'équivalence latérale vers des faciès vaseux compréhensifs se produit pour le "Schlier" autrichien et pour le "Lhangien" d'Italie du Nord.

Helvétien et Tortonien

L'étage Tortonien a été défini par Mayer en 1866. Actuellement la localité type du Tortonien est prise à la colline Santa Agata Fossili à Tortona, Italie du Nord (résolutions du Colloque du Néogène méditerranéen, Vienne, Autriche, juillet 1959). Les formations de la vallée du Rhône qui fournissent et achèvent la sédimentation marine dans la vallée du Rhône sont bien équivalentes de l'un puis de l'autre des étages Helvétien et Tortonien ainsi définis. Les précisions établies par des auteurs comme Fontannes puis Depéret restent absolument valables, en particulier celles exposées dans "classification et parallélisme du système Miocène" par ce dernier. Les molasses de Saint-Gall, de Berne et du Randen, actuellement complétées par le stratotype d'Imihubel, se retrouvent bien dans les formations décrites dans la présente étude sous le nom d'Helvétien. D'un autre côté les correspondances entre les faunes de Tortona et celle de Cabrière d'Aigues, Cucuron, Cayranne, Visan, Saint-Pantaléon, Tersanne et Chimilin sont tout à fait satisfaisantes.

Il faut néanmoins reconnaître que la distinction relative entre les couches attribuables à l'Helvétien d'une part et au Tortonien d'autre part n'est pas toujours possible en certains points de la vallée du Rhône. C'est en tous cas ce qui se produit dans le Valentinois et le Bas-Dauphiné. La cause en est simplement la rareté relative des fossiles. Il est commode d'utiliser dans de pareils cas, ainsi que le préconisent les résolutions du Colloque de Vienne, le terme de Vindobonien, défini pour les couches de molasse marine des environs de Vienne et qui correspond à l'ensemble Helvétien-Tortonien.

Tortonien et "Pontien"

C'est le point le plus délicat (G. Demarcq, Sabadell, 1961). Le terme de Pontien a été défini pour les formations littorales et lagunaires de la région du "Pont Euxin" sur les bords de la mer Noire. Il résulte des récents travaux des géologues russes (synthétisés par N.S. Volkova et K.P. Evseev, Moscou, 1958) et

autrichiens (en particulier A. Winckler-Hermaden, Vienne, 1959) que les "couches pontiennes", dans leurs domaines stratotypiques, correspondent à la base du Pliocène, c'est-à-dire à ce que nous avons défini en Méditerranée occidentale sous le nom de Plaisancien. Le Pontien russe surmonte un ensemble de formations (dites Méotiennes à leur partie supérieure et Sarmatiennes à leur partie inférieure) qui, elles, sont l'équivalent véritable de notre Miocène terminal. Il faut donc absolument limiter l'usage du terme de "Pontien" aux seuls terrains de l'Europe orientale, de faciès d'ailleurs particuliers, et d'âge pliocène inférieur.

Or il est bien établi que les formations jusqu'à présent désignées sous le nom de "Pontien" ou de "Sarmato-Pontique" dans la vallée du Rhône (couches rouges de Buisson et du Mont-Luberon, conglomérats à galets impressionnés de Vinsobres et leurs équivalents) achèvent le cycle sédimentaire miocène et n'ont rien à voir avec le Pliocène. La régression post-miocène a été immédiatement suivie d'une période d'intense érosion hydrographique pendant laquelle a joué la phase tectonique dite jurassienne ou rhodanienne. Le Plaisancien marin est transgressif et discordant par rapport au Miocène supérieur et la limite entre les deux systèmes se trouve ainsi définie sans aucune ambiguïté.

Mais il reste à savoir si, dans le cadre du Néogène de la Méditerranée occidentale, les couches du Miocène terminal du bassin rhodanien correspondent à un "étage" bien défini ou si elles sont à considérer comme le dernier épisode, lagunaire et régressif, de la période tortonienne. Si les discussions au sujet du Sahélien semblent résolues par l'abandon de ce terme, il serait trop long de développer ici celles auxquelles donnent actuellement lieu la proposition d'un étage "Messinien" (R. Selli, Congrès de Copenhague, 1960). Dans l'attente de prochaines mises au point sur cette question, il est commode de s'en tenir à la solution que préconise G. Denizot (Congrès d'Aix, 1958), à savoir "la convenance de rétablir le Tortonien dans son acceptation première comportant équivalence de tout le Miocène supérieur". C'est en effet ainsi qu'avant sa restriction de 1868, Ch. Mayer avait défini le Tortonien.

M I C C E N E

supérieur

inférieur

VINDOBONIEN

GIRONDIEN

TORTONIEN s.l.

HELVETIEN

supérieur

moyen

inférieur

supérieur
et moyen

inférieur

supérieur

inférieur

conglomérats à galets impressionnés
limons et cailloutis rouges de Buisson et
du Mont Luberon

marnes, sables, et cailloutis à Helix del-
phinensis et H. christoli

marnes de Cabrières, molasse de Cucuron et
leurs équivalents

sables et grès de Valréas et leurs équi-
valents

marnes et molasses de Griignan et leurs équi-
valents

molasses à Chlams praecabrinuscula et leurs
équivalents

molasse de Sausset, couches de Carry, de
Fontcaude, couches du Bas-Rhône

Tableau 4 - Lethell, nomenclative de la corrélation chronostratigraphique du

Miocène rhodanien

Sans méconnaître le fait que les formations du Miocène terminal du bassin rhodanien témoignent d'une nette autonomie par rapport au reste de la série régionale, nous pouvons donc nous en tenir à la proposition suivante :

Tortonien s.l. supérieur	=	conglomérats terminaux
Tortonien s.l. moyen	=	couches fluvio-lacustres
Tortonien s.l. inférieur	=	couches marines

Pour terminer, je donne dans le tableau suivant une échelle récapitulative des corrélations chronostratigraphiques du Miocène rhodanien.

- ARAMBOURG C. (1951) - Observations sur les couches à Hipparion de la vallée de l'Oued el Hamman (Algérie) et sur l'époque d'apparition de la faune de Vertébrés dite "pontienne". C.R.Acad. Sc., 25-6-51, t. 232, p. 2464-2466.
- AVIAS J. (1958) - La limite inférieure du Miocène. C.R. du Congr. des Soc. Sav., Aix Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Rapport II, p. 335-350.
- BAULIG H. (1928) - Le Plateau Central de la France et sa bordure méditerranéenne. Thèse, Strasbourg, A. Colin édit., 1 vol. rel. in 8, 592 pages, 6 fig., XI pl.
- BERSIER A. (1936) - La forme de la transgression burdigalienne dans la région vaudoise. C.R. som. Soc. géol. Fr., n° 7, p. 111-114.
- (1938) - La subsidence dans l'avant-fosse molassique des Alpes. C.R. Acad. Sc., t. 206, p. 445-446.
- BLANC J. (1958) - La série miocène de Saint-Florent (Corse) ; essai d'analyse séquentielle. C.R. du Congr. des Soc. Sav., Aix Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, p. 19-28.
- BOISTEL A. (1898) - Nouvelles observations sur la bordure tertiaire du Jura à l'W du Bugey. B. S. G. F. (3), t. 26, p. 11-35.
- BONNET A., JULLIAN Y., LYS M., VATAN A. (1952) - Etudes dans le Néogène du Bas-Rhône. "Atti" del VII convegno nazionale del Metano e del Petrolio, Taormina, avril 1952, 16 p.
- de BRUN P. (1922) - Révision de la feuille d'Avignon au 80 000e. Bull. Carte géol. Fr., n° 146, t. 26, p. 27-35.
- de BRUN P. et CHATELET C. (1935-37) - Le Massif crétacé d'Uchaux et son auréole miocène. Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Vaucluse, 6 ème année n° 2 (1935), 8 ème année n° 3 (1937).
- CARALP M., JULIUS Ch. et VIGNEAUX M. (1959) - Considérations sur le Miocène inférieur aquitain. C.R. du Colloque sur le Néogène méditerranéen, Vienne (Autriche), 10-20 juillet 1959, p. 49-66.

- CATZIGRAS F. (1941) - Caractères particuliers de la mer aquitanienne de Carry-le-Rouet. C.R. Trav. Fac. Sc. Marseille (I), t.1, fasc. 2-3, p. 28-37.
- (1943) - L'Aquitaniens marin de Carry-le-Rouet. Thèse Marseille.
- (1958) - Les subdivisions du Miocène. C.R. du Congrès des Soc. Sav. Aix-Marseille, avril 1958, ss section Géologie, Colloque sur le Miocène. Gauthier Villars, édit. Paris, Rapport IV, p. 371-385.
- (1960) - Répartition du genre *Amussium* (Pectin.) dans le Miocène de la Provence occidentale. Bull. Soc. géol. Fr. (7), t. 2, p. 141-144.
- CHEVALIER J.P. (1958) - Aperçu sur les formations coralliennes du Miocène français. C.R. du Congrès des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthiers-Villars, Edit. Paris, p. 111-121.
- (1959) - Quelques considérations sur la vie récifale au Miocène dans le bassin méditerranéen. B.S.G.F. (7), t.1, p. 369-374.
- COLLOT L. (1878) - Description des terrains miocènes marin et lacustre supérieur des environs d'Aix-en-Provence. Rev. Sc.Nat. Montpellier, t. 7, p. 1-33.
- (1879) - La Crau. Ass. Fr. Avanc. Sc., S. 8, Montpellier, p. 660.
- (1912) - Le Miocène des Bouches-du-Rhône. Bull. Soc. géol. Fr. (4), t. 12, p. 48-104.
- (1877) - Sur une carte géologique des environs d'Aix-en-Provence. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 5, p. 448-465.
- (1885) - Diversité corrélatrice des sédiments et des faunes du Miocène marin des Bouches-du-Rhône. Ass. Fr. Avanc.Sc. S. 14, Grenoble, p. 339-346.
- COMBALUZIER Ch. (1930) - Limites des dépôts burdigaliens de la Basse Provence. C.R. Acad. Sc., t. 190, p. 1432.
- (1932) - Le Miocène de la Basse Provence. Thèse Paris, Edit. Libr. Ch. Béranger et Bull. Serv. Carte géol.Fr. t. 35, n° 182, p. 1-182.

- CORNET C. (1959) - Evolution morphologique en Basse Provence depuis le Miocène. Bull. Soc. géol. Fr., 7e série, T. 1, n° 8, p. 844-853, 1 fig.
- COSSMANN M. et PEYROT (1909-1936) - Conchyliologie néogénique de l'Aquitaine. Extr. Actes Soc. Lin. Bordeaux, t. 63 à 84, 6 fasc., Bordeaux, E. Drouillard Edit.
- COTTREAU J. (1910) - Les argiles de Baden (Autriche) et les marnes de Cabrières d'Aigues (Vaucluse). Bull. Soc. géol. Fr. (4), t. 10, p. 541-557.
- (1912) - Observations sur les terrains tertiaires de la côte entre Sausset et l'anse du Grand Vallat. Bull. Soc. géol. Fr. (4), t. 12, p. 331-342.
- (1913) - Les Echinides du Bassin méditerranéen, époque Néogène. Thèse Paris 1913 et Annales Institut Océanogr. Monaco t. VI, 3, 193 p.
- CSEPREGY-MEZNERICS J. (1958) - Remarques sur la stratigraphie du Miocène. C.R. du Congrès des Soc. Sav. Aix-Marseille, avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthiers Villars Edit. Paris, p. 131-138.
- (1961) - L'évolution de certains pectinidés néogènes, la question du "Chattien" et la limite oligo-miocène C.R. du Colloque du Néogène méditerr. Sabadell-Madrid, 10-20 sept. 1961.
- DAVID L. (1958) - Quelques précisions sur les terrains miocènes du Valromney (Jura méridional). C.R. séances Acad. Sc., t. 247, p. 1475-1476.
- (1961) - Méthode d'utilisation des Bryozoaires pour la stratigraphie du Néogène. C.R. du Colloque du Néogène méditerranéen Madrid (Espagne), 10-20 sept., 7 p.
- DAVID L. et DEMARCQ G. (1961) - Contribution à l'étude de la faune de Bryozoaires de la vallée du Rhône. C.R. du Colloque du Néogène méditerranéen Madrid (Espagne), 10-20 sept., 7 p.
- DEMARCQ G. (1958) - Observations sur le Burdigalien du bassin de Valréas (Drôme-Vaucluse). Bull. Serv. Carte géol. Fr., n°257, t. 56, p. 151-163, 4 fig.

- DEMARCO G. (1959 a) - Observations sur le Burdigalien du bassin de Valréas (résumé). C.R. Acad. Sc., t. 248, p. 125-128, séance du 26 janvier 1959.
- (1959 b) - Le Miocène du bassin de Crest (Drôme). Bull. Soc. géol. Fr., 7e série, t. 1; p. 93-100, 2 fig.
 - (1959 c) - Note préliminaire sur les faciès du Miocène dans le Comtat Venaissin. C.R. som. Soc. géol. Fr., n° 3, séance du 16 mars 1959, p. 77-78.
 - (1959 d) - Contribution à l'étude des faciès du Miocène de la vallée du Rhône. C.R. du colloque du Néogène méditerranéen, Vienne (Autriche), 10-20 juillet 1959, p. 93-104, 2 fig.
 - (1959 e) - Essai stratigraphique sur le Miocène des bassins de Carpentras, d'Avignon et de Camargue. Trav. Lab. Géol. Sorbonne (Annales Hébert et Haug), t. IX, p. 91-104.
 - (1959 f) - Données stratigraphiques nouvelles sur le Miocène du Haut Comtat Venaissin. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 261, t. 57, p. 137-162.
 - (1960 a) - Sur la présence de sables helvétiques sur la rive droite du Rhône, près de Saint-Péray (Ardèche). C.R. som. Soc. géol. Fr., fasc. 5, p. 107-108.
 - (1960 b) - Observations à propos de la série pliocène du sondage de Pierrelatte (Drôme). C.R. Acad. Sc., t. 250, p. 4013-4015.
 - (1960 c) - Observations et hypothèses à propos des cailloutis élevés de St Restitut (Drôme) et de la Caume (Alpilles, Bouches-du-Rhône). Bull. Soc. géol. Fr. (7), t. 11, p. 741-746.
 - (1960 d) - Distinction entre les nappes miocène et pliocène de conglomérats à galets calcaires impressionnés dans la vallée du Rhône. Bull. Carte géol. Fr., n° 267, t. 58, p. 179-198.
 - (1961 a) - Les faciès du Miocène sup. et du Pliocène inf. et la limite Miocène-Pliocène dans la vallée du Rhône. C.R. du Colloque du Néogène méditer. Sabadell (Espagne), 10-20 sept., 10 p.

- DEMARCO G. (1962) - De l'importance des seuils dans la différenciation et les caractères des provinces paléogéographiques du Miocène rhodanien. Ann. Soc. Sav. Colloque sur les seuils et les détroits, Poitiers, 8 p.
- DENIZOT G. (1929) - Révision de la feuille de Marseille au 80 000e. Bull. Carte géol. Fr., n° 176, t. 33, p. 124-128.
- (1930) - Révision de la feuille de Marseille au 80 000e et au 50 000e. Bull. Carte géol. Fr., n° 177, t. 34, p. 125-128.
 - (1932) - Sur l'âge des vieux poudingues de la Durance et de la Crau. C.R. Acad. Sc., t. 196, p. 1906.
 - (1933) - Révision de la feuille de Marseille au 80 000e. Bull. Carte géol. Fr., n° 190, t. 38, p. 160-169.
 - (1934) - Note sur l'extension des cailloutis pliocènes dans le SE de la France. Bull. Soc. géol. Fr. (IV), 5, p. 613-647.
 - (1939) - Etude géologique de la Crau, la Camargue et l'Etang de Berre. Trav. Lab. Géol. Univ. Marseille, t. 2, p. 4-159.
 - (1952) - Le Pliocène dans la vallée du Rhône. Rev. de Géographie Lyon, vol. 27, n° 4, p. 327-357.
 - (1952 b) - Le classement des terrains tertiaires en Europe occidentale. Rev. Trav. Fac. Sc. Montpellier, 3, p. 3-78.
 - (1957) - Lexique stratigraphique international. Tertiaire de France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, vol. 1, fasc. 4 à VII. Congrès géol. intern. Comm. de Stratigr. C.N.R.S., Edit. Paris.
 - (1958) - Sur la convenance de rétablir le Tortonien dans son acceptation première comportant équivalence de tout le Miocène supérieur. C.R. congrès des Soc. Sav., Aix-Marseille le avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthiers-Villars Edit. Paris, p. 139-142.
 - (1958) - L'étage Aquitanien et la limite oligo-miocène. C.R. du Congrès des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthiers-Villars Edit. Paris, p. 143-152.

- DEPERET Ch. (1885) - Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon. Thèse. G. Masson Edit. Paris et Ann. Soc. géol. t. 17, p. 1-274.
- (1887) - Recherches sur la succession des faunes de Vertébrés miocènes de la Vallée du Rhône. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, t. 4, p. 45-313.
 - (1887) - Sur la faune des Vertébrés miocènes de La Grive Saint-Alban - (Isère). C.R. Acad. Sc., t. 104, p. 379-381.
 - (1889) - Sur l'importance de l'étude des faciès en géologie. Ann. Soc. Linn. Lyon, 35, p. 93-110.
 - (1889) - Note sur l'âge miocène supérieur des limons à Hipparion du Mont Leberon. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 18, p. 103-105.
 - (1891) - Compte-rendu de la course de Cucuron. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 19, p. 1201.
 - (1892) - La faune de Mammifères miocènes de La Grive Saint-Alban et de quelques autres localités du bassin du Rhône. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon, t. 5, p. 1-93, IV pl.
 - (1892) - Note sur la classification et le parallélisme du système miocène. C.R. som. B.S.G.F., 3e sér., t. 20, p. 145-156.
 - (1893) - Sur la classification et la parallélisme du système Miocène. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 21, p. 170-266.
 - (1894) - Observations sur les terrains néogènes. C.R. Soc. géol. Fr., t. 21, p. 42.
 - (1895) - Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône. Ann. Géogr., t. 4, p. 432-452.
 - (1895) - Découverte du Mastodon longirostris dans les marnes du Miocène supérieur de Sainte Foy les Lyon. L'Echange rev. linéenne, n° 129, proc. verb. Soc. Linn. Lyon.
 - (1895) - Sur le rôle de la vallée de la Durance dans la région de Digne Sisteron comme bassin d'affaissement aux diverses époques du Tertiaire. C.R. som. S.G.F., t. 23, p. 145.

- DEPERET Ch. (1895) - Observations à propos de la Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent. C.R. som. S.G.F. (3), t. 23, p. 23-26.
- (1896) - Note sur les fossiles miocènes du conglomérat de Pierre-Longue près Avignon. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 24, p. 515-525.
- (1896) - Sur quelques mammifères de l'étage Burdigalien de Suisse et du bassin du Rhône. C.R. som. S.G.F. (3), t. 24, p. 118-119.
- DEPERET Ch. et HAUG. (1900) - Les bassins tertiaires du Rhône. Livret Guide du 8e Congrès Géol. Intern., n° 12, 32 p.
- (1903) - Révision des Pectinidés tertiaires. Extr. bull. Soc. linn. Normandie, (5), 7e vol., p. 243-250.
- (1913) - Notice sur les travaux scientifiques de Charles Depéret. Lyon, Imprim. A. Rey in 8, 73 p.
- DEPERET Ch. et DELAFOND F. (1893) - Les terrains tertiaires de la Bresse. Imprimerie Nationale Edit. Paris in vol in 4, 329 p.
- DEPERET Ch. et SAYN G. (1900) - Monographie de la faune fluvioterrestre du Miocène supérieur de Cucuron (Vaucluse). Ann. Soc. Linn. Lyon, t. 47, p. 107-126.
- DEPERET Ch. et GENTIL (1917) - Sur une faune miocène sup. marine (sahélienne) dans le R'harb (Maroc occidental). C.R. Acad. Sc., t. 184, p. 21-26.
- DEPERET Ch. et ROMAN F. (1902-1928) - Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. Mém. Pal. Soc. géol. Fr., n° 26, t. 10, fasc. 1, t. 13, fasc. 2, t. 18, fasc. 2, t. 19, fasc. 1, et nouv. série, t. 4, fasc. 4.
- DEPERET Ch. et SOLIGNAC (1921) - Sur le Sahélien de la Tunisie septentrionale. C.R. Acad. Sc., t. 172, p. 1557.
- DESOR E. (1869) - Note sur les terrains de transports de la vallée de la Durance. B.S.G.F. (2), t. 27, p. 35-41.
- DEYDIER M. (1902) - Notice géologique et agronomique de la région de Cucuron. Mém. Acad. Vaucluse (2), t. 2, p. 297.
- DONCIEUX L. (1911-1913) - Révision de la feuille de Lyon au 80 000e. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 21, n° 128, p. 59-67, et t. 22, n° 133, p. 90-100.

- DROOGER C.W. (1958) - Foraminifères importants pour les subdivisions et les limites du Miocène inférieur et moyen. C.R. du Congrès des Soc. Sav., Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p.171-180.
- DOUXAMI H. (1895) - Le Miocène des environs de Bourgoin et de la Tour du Pin. C.R. Acad. Sc., 13 mai.
- (1896) - Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Thèse, Masson Edit. Paris, 318 p. in 8.
- DOUVILLE R. (?) - Position stratigraphique des gites à Lépidocyclines du Miocène de Provence. (VIII), p. 10-11.
- DUMAS E. (1850) - Cartes et coupes géologiques du Département du Gard (au 86 400e).
- (1876) - Statistique géologique, minéralogique, métallogénique et paléontologique du département du Gard. Bertrand Edit. Paris, Libr. de la Soc. de Géogr., 9 planches.
- DURAND S. (1959) - Le Néogène armoricain. Conf. Internat. Néogène méditer. Vienne, Autriche, 10-18 juillet 1959.
- ENNOUCHI E. (1930) - Contribution à l'étude de la faune du Tortोनien de La Grive Saint-Alban (Isère). Thèse, Les Presses modernes Edit., Paris, 135 p. in 8.
- FISCHER P. et TOURNOUER R. (1873) - Invertébrés fossiles du Mont Luberon. Paris, in 4, p. 113-180.
- (1879) - Note paléontologique sur la molasse de Cucuron (Vaucluse) - Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 7, p. 218-236.
- (1887) - Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. F. Savy Edit. Paris, 1369 p.
- FONTANNES F. (1875) - Sur les sables mio-pliocènes du Bas-Dauphiné septentrional. A.F.A.S., S. 4, Nantes, p. 679-683.
- (1877) - Note sur la présence de dépôts messiniens dans le Bas-Dauphiné septentrional. B.S.G.F. (3), t. 5, p.542-559.
- (1878) - Etude sur les faunes malacologiques miocènes des environs de Tersanne et de Hauterives (Drôme). Rev. Sc.Nat. t. VI, 24 p.

FONTANNES F. (1878) - Les terrains néogènes du plateau de Cucuron (Vaucluse). B.S.G.F. (3), t. 6, p. 469-529.

- (1879) - Première note sur les foraminifères des terrains tertiaires supérieurs du bassin du Rhône. Soc. Agric. Hist. Nat. Arts Utiles Lyon, 5 p. , 25 avril 1879.

- (1883) - Note sur le sondage de Toussieu (Rhône). Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. II, p. 241.

- (1875) - Etudes paléontologiques et stratigraphiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. Soc. Agr. Hist. Nat. Arts Utiles Lyon, Savv Edit. Paris. T. I, le vallon de la Fuly et les sables à Bucins des environs d'Heyrieu.

- (1876) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône., T. 2, les terrains tertiaires supérieurs du Haut Comtat Nenaissin.

- (1878) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 3, le bassin de Visan.

- (1878) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 4, les terrains néogènes du plateau de Cucuron, Cabrières et La Tour d'Aigues.

- (1879) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 5, description de quelques espèces nouvelles ou peu connues.

- (1880) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 6, le bassin de Crest.

- (1881) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 7, la série tertiaire de la région delphino-provençale.

- (1885) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T.8, le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Pro-

vence et le Bas-Languedoc.

FONTANNES F. et DEPERET Ch. (1889) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T. 9, les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, 1ère partie : Aquitanien et Langhien.

FONTANNES F. et DEPERET Ch. (1892) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône, T.10, les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, 2e partie : Helvétien.

FONTANNES F. (1884) - Note sur la constitution du sous-sol de la Crau et de la plaine d'Avignon. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. XII, p. 463-473.

- (1884) - Sur une des causes de la variation dans le temps des faunes malacologiques, à propos de la filiation des *Pecten restitutus* et *latissimus*. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 12, p. 357-364.

GAUDRY Ch. (1873) - Animaux fossiles du Mont Luberon (Vaucluse). E. Savy Edit., Paris, p. 1-112.

GAUTHIER H., DAVID L. et LATREILLE G. (1959) - Quelques précisions sur la stratigraphie du Vindobonien de la région lyonnaise. C.R. Acad. Sc., t. 248, n° 20, p. 2888-2890.

GERMAIN C. et DEMAISON G. (1958) - Contribution à l'histoire géologique du bassin de Valence. Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble, t. 34, p. 50-82, 9 pl.

GEORGE P. (1935) - La région du Bas-Rhône (Etude de géographie régionale). Thèse, Paris. Baillière Ed. Paris, 1 vol in 8, 651 p.

- (1939) - Tertiaire rhodanien et tertiaire languedocien. Etudes Rhodan., vol. 15, n° 1,2,3, p. 135-138.

- (1941) - Les pays de la Saone et du Rhône. Thèse. Presses Univ. Fr. Edit., 1 vol. in 8, 215 p.

- (1946) - A propos de l'évolution morphologique des pays du Bas-Rhône et du Bas-Languedoc. Mise au point géologique sur la Basse Provence. Etudes Rhodan., vol. 21, n° 3-4, p. 141-144.

- GIGNOUX M. (1950) - Géologie stratigraphique. Traité. Edit. Masson
Paris. Un vol. in 8, 735 p.
- GILLET S. (1933) - Essai de synchronisme du Miocène sup. et du
Pliocène d'Europe Centrale et Orientale. B.S.G.F. (5), t.3,
p. 327-336.
- (1951) - Quelques remarques sur l'âge des couches à Hip-
parion gracile. C.R. som. Soc. géol. Fr., 6e série, t. I,
p. 302-304.
- (1957) - Relations entre bassin euxin et méditerranéen
au Néogène et au Quaternaire. C.R. Séances Acad. Sc., t. 244,
n° 13, p. 1803-1805.
- (1957) - Contribution à l'histoire du bassin méditerra-
néen et euxinique au Néogène et au Quaternaire. Bull. Serv.
Carte géol. Als.-Lorr., t.10, fasc. 2, p. 49-59.
- GIOT P.R. (1944) - Contribution à l'étude des terrains tertiaires
du Royans (Drôme-Isère). Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble,
t. 24, 1943-44, p. 49-68.
- GOGUEL J. (1932) - Révision de la feuille de Forcalquier au 80 000e.
Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 187, t. 36, p.113-118.
- (1932) - Description géologique du Luberon. Bull. Serv.
Carte géol. Fr., n° 186, t. 36, p. 1-64.
- (1933) - Révision de la feuille de Forcalquier au 80
000e. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 190, t. 38, p. 129-158.
- (1933) - Sur l'âge des poudingues de Valensole. C.R.som.
Soc. géol. Fr., n° 15, p. 234.
- (1933) - Sur le rôle tectonique des poudingues de Va-
lensoles (B.A.). C.R. Acad. Sc., t. 196, p. 1520-1522.
- (1939) - Remarques sur la bordure du Vercors dans l'an-
gle SE de la feuille de Valence au 80 000e. B.C.G.F., n° 199,
t. 40, p. 177-188.
- (1944) - Description géologique des Alpilles. Bull.Serv.
Carte géol. Fr., n° 214, t. 44, p. 1-28.
- (1948) - Essai d'interprétation de la prospection géo-
physique de la Bresse et du Bas-Dauphiné. Publ.B.R.G.M.,
n° 6, p. 1-78.

- GOUVERNET C. (1958) - La limite supérieure du Miocène. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, Rapport III, p. 351-369.
- (1958) - Géodynamique du Miocène. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, Rapport V, p. 387-391.
- GOUVERNET C., CATZIGRAS F., MONGIN D. (1958) - Excursions des 10 et 12 avril 1958. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 393-418.
- GRAS S. (1862) - Description géologique du département de Vaucluse avec notice sur mines et carrières. Savy Edit., Paris et Avignon, 438 p, 1 vol. in 8.
- HAUG. E. (1907) - Traité de Géologie. Edit. A. Colin, Paris.
- HOFFSTETTER R. (1958) - Le Monde vivant au Miocène en France. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit., Paris, Rapport I, p. 315-333.
- JODOT P. (1958) - Sur les divisions du Miocène supérieur continental dans l'Europe occidentale. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 201-206.
- (1955) - Sur la classification du Miocène supérieur continental de la vallée du Rhône. Bull. Soc. géol. Fr. (6), t. 5, p. 597-604.
- JOLEAUD L. (1906) - Géologie et Paléontologie de la plaine du Comtat et de ses abords. Mém. Acad. Vaucluse, 2, (5), p. 29-82, 197-246, 2, (6), p. 103-162, 329-385.
- (1907) - Découverte de l'Aquitanién marin dans la partie moyenne de la vallée du Rhône. C.R. Acad. Sc. (144), p. 345-347.
- (1908) - L'Aquitanién dans le Vaucluse, le Gard et les Bouches-du-Rhône. Bull. Soc. géol. Fr. (4) t. 8, p. 41-42.

- JOLEAUD L. (1909) - Vue générale de la stratigraphie et de la paléontologie des Vertébrés des terrains néogènes de la plaine du Comtat et de ses abords. Ass. Fr. Avanc. Sc. (38) Lille (II), p. 463-475.
- (1911) - Le Miocène marin de l'Estaque (B. du Rhône). Bull. Soc. Linn. Provence I, p. 95-96.
- JOLEAUD L. et REPELIN J. (1917) - Limite de l'Aquitanién marin dans la région provençale. C.R. Acad. Sc. (164), p. 919-920.
- JULIEN M. (1940) - Révision de la faune vindobonienne de St Fons. Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon, fasc. 38, Mém. 31, 70 p.
- KAUTSKY F. (1928) - Die biostratigraphische Bedeutung der Pectiniden des niederösterreichischen Miozäns. Ann. Natur-Hist. Mus. Wien, vol. 42, 1928, p. 245-273.
- KILLIAN W. (1895) - Un nouveau gisement d'Unios plissés dans l'étage Pontique (Miocène supérieur) du Sud - Est. C.R.S.G.F., n° 10, p. 1-2.
- (1915) - Galets de variolite dans les conglomérats burdigaliens des environs de Grenoble (Isère) et des Basses-Alpes. C.R. som. S.G.F., n° 10-12, p. 77-78.
- LAFFITE R. (1948) - Sur l'étage Sahélien POMEL. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, t. 39, p. 31-56.
- LAMBERT (1910-15) - Description des Echinides des terrains néogènes du Bassin du Rhône. Mém. Soc. Pal. Suisse, vol. 37, fasc. 1, p. 1-50 ; vol. 39, fasc. III, p. 105-151 ; vol. 41, fasc. IV, p. 156-240.
- de LAPPARENT A.F. (1935) - Sur les poudingues du bassin tertiaire de Digne. C.R. som. S.G.F., n° 3, p. 33-35.
- (1938) - Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance. Bull. Serv. Carte géol. Fr., t. 40, n° 198, 301 p.
- (1941) - Les phases de plissements tertiaires dans la région du Mont Ventoux et de la Montagne de Lure. B.S.G.F. (5), t. 11, p. 75-85.
- LAVOCAT (1955) - Le genre Hipparion, la limite mio-pliocène, les corrélations stratigraphiques entre Europe, Amérique et Inde. Bull. Soc. géol. Fr., 6e série, T. 5, fasc. 4-6, p. 325-329.

- LE CALVEZ Y. et LEFAVRAIS A. (1954) - Extension de la mer miocène en Bresse (note préliminaire). Extr.C.R.som.S.G.F., n° 7, p. 137-138.
- LEENHARDT M. (?) - Sur la présence du Mastodon angustidens dans les couches à Cardita jouenneti des environs d'Avignon. (22), p. 33.
- LEFAVRAIS RAYMOND A., BOULADON J. et LIENHARDT G. (1960) - Sur le Tertiaire du Bas-Dauphiné (note préliminaire). Extr.C.R.som.S.G.F., n° 6, p. 160-161.
- LEFAVRAIS RAYMOND A. (1961) - La Bresse et le Bas-Dauphiné au Tertiaire. B.S.G.F. (7), t. 3, p. 82-89.
- LOCARD A. (1878) - Description de la faune de la molasse marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné. Extr. Arch. Mus.Hist. Nat. Lyon, vol. 2, p. 1-284.
- LYS M et BOURDON M. (1958) - Observations complémentaires sur les Foraminifères du Néogène du Bas-Rhône. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss (section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 207-212.
- MAYER Ch. (1865) - Tableau synchronistique des terrains tertiaires de l'Europe. Hofer Edit. Zürich.
- (1868) - Tableau synchronistique des terrains tertiaires supérieurs. 4e édition, Manz Edit. Zürich.
- MENNESSIER G. (1950) - Monographie géologique du massif d'Uchaux Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 227, t. 48, p. 1-50.
- MERMIER E (1891) - Aperçu géologique sur les environs de la Baume d'Hostun. Ann. Soc. Lin. Lyon, t. 38, p. 1-16.
- (1895) - Sur la découverte d'une nouvelle espèce d'Acerotherium dans la molasse burdigalienne du Royans. Ann. Soc. Lin. Lyon, t. 42, p. 163-189.
- (1896) - Nouvelles observations sur l'Acerotherium platyodon du Burdigalien supérieur du Royans (Drôme). Ann. Soc. Lin. Lyon, t. 43, p. 257-260.
- (1896) - Etude complémentaire sur l'Acerotherium platyodon de la molasse burdigalienne supérieure des environs de Saint-Nazaire en Royans (Drôme). Ann. Soc. Lin. Lyon, t. 43, p. 225-240.

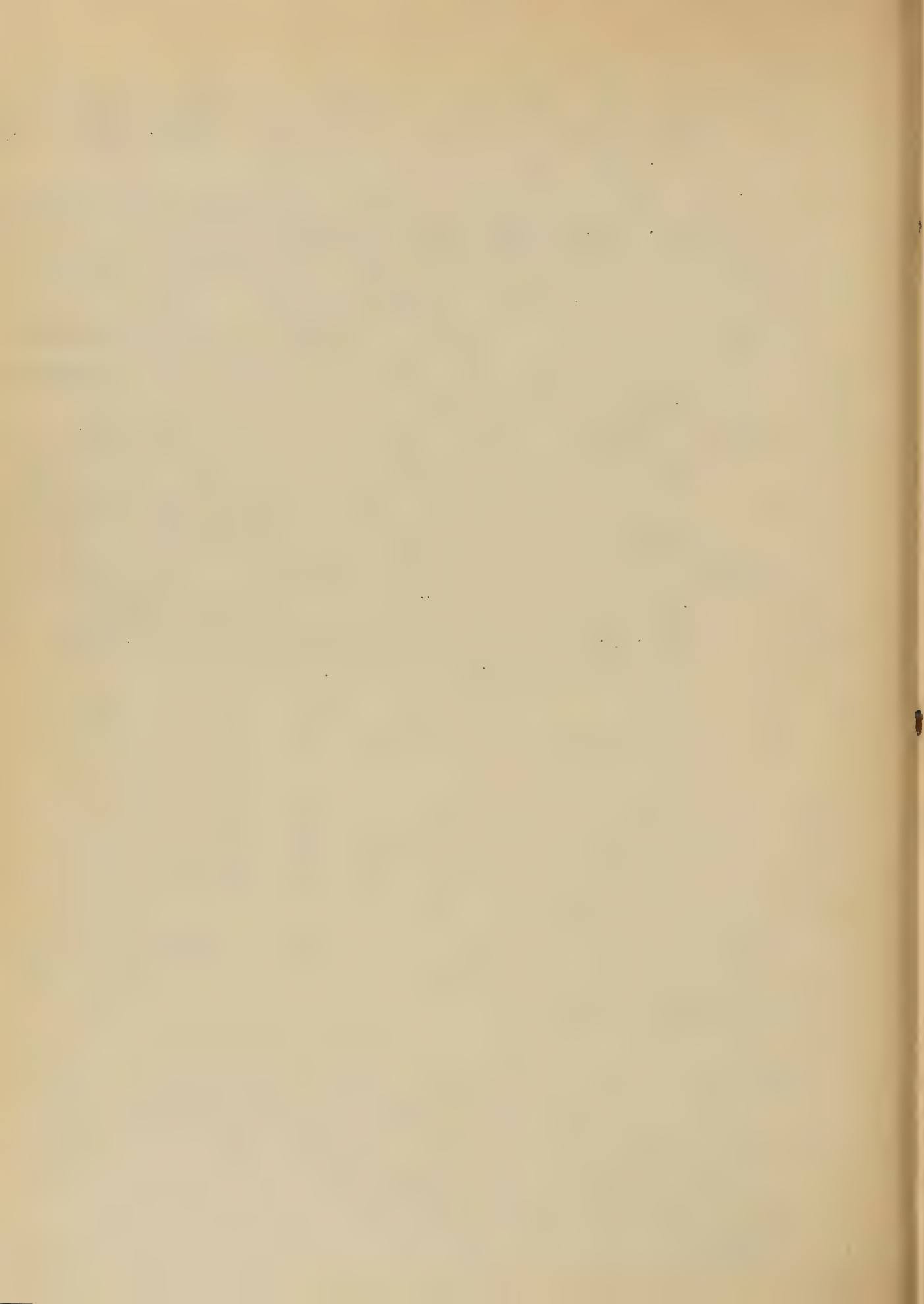
- MERMIER E. (1897) - Sur les terrains aquitaniens de la partie moyenne de la vallée du Rhône. Ann. Soc. Lin. Lyon, t. 44, p. 71-96.
- MONGIN D. (1941) - Le golfe burdigalien d'Istres-Martigues. C.R. Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Marseille, 16, (1), fasc. I, n°2-3,
- MONGIN D. et CATZIGRAS F. (1942) - Sur une nouvelle variété de *Protoma proto BAST.* trouvée dans le Miocène de Carry (Bouches du Rhône). Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, n° 3, p. 196-198, 1 fig.
- MONGIN D. (1949) - Quelques précisions sur les galets verts du Burdigalien de Provence. C.R. som. Soc. géol. Fr., n° 12, p.270-272.
- (1949) - Sur la présence du Burdigalien moyen dans la région de Fontvieille (B. du Rh.). C.R. som. Soc. géol. Fr. n° 13, p. 292-293.
 - (1952) - Lamellibranches et Gastéropodes du Burdigalien de Provence. Thèse, Marseille, 1948 et Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, n.s., C, t. 2, fasc. 2, p. 1-238.
 - (1956) - Révision stratigraphique du Burdigalien de Provence. Thèse, Marseille 1948 et Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Marseille, t. 5, 71 p.
 - (1958) - Variations de faciès et de faunes dans le Burdigalien de Basse-Provence. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthiers-Villars Edit. Paris, p. 219-230.
 - (1958) - Observations sur les espèces miocènes *Ancilla glandiformis* LMK et *Cardita jouenneti* BAST. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, P.231-238.
 - (1958) - Le Burdigalien de Pertuis et de La Bastidonne (Vaucluse). C.R. Acad. Sc., t. 247, p. 1632-34.
 - (1959) - L'Helvétien saumâtre de Pertuis et de La Tour d'Aigues (Vaucluse). C.R. Acad. Sc., t. 247, p.1362-65.
 - (1959) - L'Helvétien de Mirabeau (Vaucluse). Bull. Soc. géol. Fr. (7), I, n° 3, p. 283-293.

- MONGIN D. et GINSBURG L. (1956) - Nouvelles observations sur le Miocène de Vence (Alpes Maritimes). C.R. Acad. Sc., t. 242, p. 3094-95.
- MORET L. et GIGNOUX M. (1952) - Géologie dauphinoise. Masson Edit. Paris, 1 vol., 391 p.
- MORET L. (1958) - Faits nouveaux sur le Miocène de la basse Isère. Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble, t. 34, p. 35-41.
- MUNIER CHALMAS et de LAPPARENT A. (1893) - Note sur la Nomenclature des terrains sédimentaires. B.S.G.F. (3), t. 21, p. 438-488.
- OGERIEEN Frère (1865) - Histoire naturelle du Jura et des départements voisins. t. 1, 2 et 3. Masson Edit. Paris.
- PELLAT E. (1891) - C. R. de excursion des Baux (B. du Rh.). Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 19, p. 1208-1216.
- (1895) - Notes préliminaires diverses sur la géologie du bassin du Rhône. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 23, p. 426-436.
 - (1897) - Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains tertiaires de quelques localités du Vaucluse, Gard et des Bouches du Rhône. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 25, p. 111-114.
 - (1897) - Observations sur le terrain miocène des environs d'Avignon. F. Seguin, Edit. Avignon, 1 vol. in 8, 8 p.
- PRUVOST P. (1930) - Sédimentation et subsidence. Livre Jubilaire de la Soc. géol. de Fr., t. 2, p. 545-564.
- REPELIN J. (1911) - Les limites de l'étage Aquitanien. Bull. Soc. géol. Fr. (4), t. II, p. 100-117.
- (1931) - Sur la constitution géologique et l'origine de la Crau. C.R. Acad. Sc., t. 192, p. 236.
- REPELIN J. et JOLEAUD L. (1917) - Limites de l'Aquitanién marin dans la région provençale. C.R. Acad. Sc., t. 164, p. 919.
- REVIL J. et DOUXAMI H. (1895) - Sur le Miocène de la vallée de Novalaise. C.R. Acad. Sc., séance du 16 juin.

- REVIL J. et ROCH. E. (1925) - Sur les relations tectoniques du Pontien de Novalaise (Savoie) et de son substratum. Ass.Fr. Avanc. Sc. Grenoble 1925, p. 293-295.
- ROCH E. (1956) - Observations stratigraphiques et tectoniques sur les feuilles de Cavaillon et de Reillanne au 50 000e. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 252, fasc. B, tome 60, p. 49-54.
- ROGER J. (1939) - Le genre Chlamys dans les formations néogènes de l'Europe. Mém. Soc. Géol. Fr., nouv. série, n° 40, 1 vol. in 4, 294 p., 33 pl.
- ROMAN F. (1896) - Le Miocène dans la région de Montpellier. C.R. som. S.G.F., n° 2, p. 13-15.
- (1896) - Le Miocène dans la région de Montpellier. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 24, p. 30-31.
 - (1896) - Note sur le Miocène du bassin de Sommières (Gard) Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 24, p. 771-779.
 - (1897) - Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. Thèse Paris et Ann. Univ. Lyon (34), 366 p.
 - (1912) - Histoire géologique du département du Gard. 1 vol. in 8, Nîmes et Gard (41^{ème} Congr. de l'A.F.A.S.), p. 5-46.
 - (1922) - Révision de la feuille d'Avignon au 80 000e. Bull. Serv. Carte géol. Fr., n° 146, t. 26, p. 35-37.
 - (1926) - Géologie Lyonnaise. Les Presses Univ. de France Edit. Paris, vol. in 8, 356 p.
- ROMAN F. et DEPERET Ch. (1902-1908) - Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. Mém. Pal. Soc. géol. Fr., n° 26, in 4, 166 p.
- ROMAN F. et de BRUN (1921) - Sur la structure de la chaîne des Alpilles. C.R. Acad. Sc., t. 172, p. 1367.
- ROMAN J. (1958) - Echinides du Miocène de France avec allusion spéciale aux Echinolampas. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 247-263.
- RUTSCH R.F. (1958) - Das Typus-profil des Helvétien. Eclogae Geol. Helvetiae., vol. 51, n° 1, p. 107-118.

- RUTSCH R.F. (1958) - Le profil type de l'Helvétien. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p.265-276.
- SELLI R. (1960) - Il Messiniano Mayor Eymar 1867. Proposta di un neostratotipo. Giorn. di Geolog. Ann. del Mus. geol. di Bologna (2) vol. 28, p. 1-33.
- TARDY Ch. (1886) - Nouvelles observations sur la Bresse. B.S.G.F. (3) t. 15, p. 83-96.
- TARDY Ch. et Fr. (1892) - Esquisse géologique de la Bresse et des régions circonvoisines. Imprimerie du "courrier de l'Ain" Edit. Bourg. 1 br. in 8, 120 p.
- TERCIER J. (1941) - La molasse de la région de Fribourg. Eclogiae geologicae Helvetiae, t. 34.
- TOBIEN H. (1958) - Relations stratigraphiques entre la faune mammalogique pontienne et les faciès marins en Europe et Afrique du Nord. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958 ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 299-303.
- TOURNOUER R. (1879) - Sur les rapports de la molasse de Cucuron avec les molasses de l'Anjou et d' l'Armagnac. B.S.G.F. (3), t. 8, p. 13-20.
- (1879) - Sur la molasse miocène de Forcalquier (B.Alpes). Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 7, p. 237-245.
- (1880) - Sur la synonymie de quelques huîtres miocènes. Bull. Soc. géol. Fr. (3), t. 8, p. 294-296.
- VASSEUR G. (1897) - Note préliminaire sur la constitution du bassin tertiaire d'Aix-en-Provence. Ann. Fac. Sc. Marseille. t. 8,
- VENZO S. (1937). - La faune cattiniana delle glauconie bellunesi. Mém. Instit. géol. Univ. Padova (13), p. 13-207.
- VIGNEAUX M., MAGNE A., VEILLON M., MOYES J. (1959) - Aquitanien et Burdigalien. C.R. séances Acad. Sc. t. 239, p. 818-820.
- VIRET J. (1945) - Sur la coexistence des Equidés Anchitherium et Hipparion en Europe occidentale. Bull. Soc. géol. Fr. (5) t. 15, p. 361-364.

- VIRET J. (1951) - Catalogue critique de la faune de Mammifères miocènes de la Grive St Alban (Isère). Nouv. Arch. Mus.Hist. Nat. Lyon., fasc. III, p. 1-99.
- (1958) - Les limites du Miocène et les faunes de Mammifères. C.R. du Congr. des Soc. Sav. Aix-Marseille avril 1958, ss-section Géologie, Colloque sur le Miocène, Gauthier-Villars Edit. Paris, p. 305-313.
- VIRET J. et MAZENOT G. (1948) - Nouveaux restes de Mammifères dans le gisement de lignite pontien de Soblay (Ain). Ann.paléont. t. 34, p. 17-58, 2 pl.
- WINKLER-HERMADEN A. (1959) - Der Vergleich der obermiozän-pliozänen Schichtfolgen im Mediterranbereich mit jenem in dem panonisch-pontischen Gebieten. C.R. du Colloque sur le Néogène méditer. Vienne (Autriche) 10-20 juillet 1959, p. 225-244.
- ZOBELÉIN H.K. (1959) - Über die chattische und aquitanische Stufe und die grenze Oligozän-Miozän (Paleogen-Neogen) in Westeuropa. C.R. du Colloque sur le Néogène méditer. Vienne (Autriche) 10-20 juillet 1959, p. 245-265.



DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

"Synthèse stratigraphique du néogène méditerranéen"

Vu et approuvé :

PARIS, le 12 Avril 1962

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

Marc ZAMANSKY

Vu et Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

Jean ROCHE

